

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“OPTIMIZACIÓN DE LA ESBELTEZ Y ÁNGULO DE
INCLINACIÓN DE MICROPILOTES PARA MEJORAR SU
COMPORTAMIENTO SÍSMICO, UTILIZANDO EL
PROGRAMA PLAXIS 2D”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

LUIS ALBERTO MERINO POVIS

ASESOR

M.Sc. CESAR ATALA ABAD

LIMA- PERÚ

2019

©2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados
“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Merino Povich, Luis Alberto

merpo21@hotmail.com.

993744618

	Pág.
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
PRÓLOGO.....	7
LISTA DE CUADROS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 GENERALIDADES.....	13
1.2 PROBLEMÁTICA.....	14
1.3 OBJETIVOS.....	14
1.3.1 Objetivo General.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 HIPOTESIS.....	14
1.4.1 Hipótesis General.....	14
1.4.2 Hipótesis Específicos.....	15
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	16
2.1 DEFINICIÓN DE MICROPILOTES.....	16
2.2 CLASIFICACIÓN DE MICROPILOTES.....	16
2.2.1 Clasificación según el tipo de armadura.....	17
2.2.2 Clasificación según el método de inyección.....	17
2.2.3 Clasificación aceptada por la FHWA.....	19
2.3 USO DE MICROPILOTES.....	23
2.3.1 En cimentaciones profundas.....	24
2.3.2 En recalces y refuerzos estructurales.....	24
2.3.3 En pantalla de micropilotes.....	25
2.3.4 En paraguas de micropilotes.....	26
2.3.5 En estabilización de terrenos.....	27
2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MICROPILOTES.....	28
2.4.1 Ventajas.....	28
2.4.2 Desventajas.....	29

2.5 MATERIALES Y PRODUCTOS QUE CONSTITUYEN LOS MICROPILOTES.....	29
2.5.1 Armaduras.....	29
2.5.2 Lechadas y morteros de cemento.....	30
2.5.3 Protección contra la corrosión.....	31
2.6 DISEÑO DE MICROPILOTES.....	32
2.6.1 Aspectos relativos al diseño de micropilotes.....	33
2.6.1.1 Método de transmisión de cargas.....	33
2.6.1.2 Efecto de grupo de micropilotes.....	33
2.6.1.3 Capacidad de carga axial última.....	34
2.6.1.4 Resistencia estructural del fuste.....	34
2.6.1.5 Pandeo de micropilotes.....	35
2.6.1.6 Falla de adherencia entre el suelo y la lechada.....	35
2.6.1.7 Inclinación de los micropilotes.....	36
2.6.1.8 Equipo para la construcción de micropilotes.....	36
2.6.2 Selección de los parámetros geotécnicos.....	36
2.6.3 Métodos de diseño.....	37
2.6.3.1 Experiencia de Gouvenot.....	37
2.6.3.2 Método tradicional para micropilotes.....	37
2.6.3.3 Método de Bustamante y Doix.....	38
2.6.3.4 Método convencional.....	42
2.6.4 Tope estructural.....	43
2.7 EJECUCIÓN DE MICROPILOTES.....	44
2.7.1 Operaciones básicas.....	44
2.7.2 Perforación.....	45
2.7.3 Colocación del refuerzo.....	47
2.7.4 Inyección del micropilote.....	52
2.7.5 Conexión de los micropilotes con la estructura.....	54
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	56
3.1 CONSIDERACIONES DE LOS CASOS DE ESTUDIO.....	56
3.1.1 Efecto de la esbeltez en el comportamiento sísmico del micropilote.....	57
3.1.2 Efecto del ángulo de inclinación en el comportamiento sísmico del micropilote.....	58
3.2 MODELOS CONSTITUTIVOS.....	59

3.3 PROGRAMA DE ELEMENTOS FINITOS PLAXIS 2D.....	59
3.3.1 Información general.....	60
3.3.2 Subprograma INPUT.....	61
3.3.3 Subprograma CALCULATIONS.....	63
3.3.4 Subprograma OUTPUT.....	63
3.3.5 Subprograma CURVES.....	64
CAPÍTULO IV: CONSTRUCCIÓN DEL MODELO EN PLAXIS 2D.....	65
4.1 DATOS DE ENTRADA PARA EL MODELAMIENTO.....	65
4.1.1 Propiedades de los materiales.....	66
4.1.2 Sismo de análisis.....	67
4.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.....	68
4.2.1 Variación de la esbeltez del micropilote.....	68
4.2.1.1 Entrada.....	69
4.2.1.2 Condiciones iniciales.....	71
4.2.1.3 Cálculos.....	72
4.2.1.4 Salida.....	73
4.2.2 Variación del ángulo de inclinación del micropilote.....	76
4.2.2.1 Entrada.....	76
4.2.2.2 Salida.....	78
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	83
5.1 COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA DINÁMICA DEL MICROPILOTE HACIENDO VARIAR LA ESBELTEZ.....	83
5.1.1 Comparación de la fuerza axial.....	83
5.1.2 Comparación de la fuerza cortante.....	85
5.1.3 Comparación del momento flector.....	87
5.2 COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA DINÁMICA DEL MICROPILOTE HACIENDO VARIAR EL ÁNGULO DE INCLINACIÓN.....	89
5.2.1 Comparación de la fuerza axial.....	90
5.2.2 Comparación de la fuerza cortante.....	93
5.2.3 Comparación del momento flector.....	96
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	100

BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS.....	103

RESUMEN

En la presente tesis se busca la optimización de la esbeltez y el ángulo de inclinación de los micropilotes para mejorar su comportamiento sísmico mediante el uso del programa del PLAXIS 2D; se realizará con ayuda del programa mencionado diversos análisis haciendo variar la esbeltez y el ángulo de inclinación de los micropilotes evaluados en forma independiente, para así poder llegar a establecer su influencia de estos, en su comportamiento ante un sismo y dar las recomendaciones necesarias.

La tesis presenta una revisión de los fundamentos teóricos de los micropilotes para obtener conocimientos generales, teniendo como finalidad entender los conocimientos teóricos e incentivar en su profundización; en la parte teórica de la tesis se define al micropilote, su clasificación, campo de aplicación, diseño y ejecución. El Perú forma parte de una región sísmicamente activa y surge la necesidad del conocer el comportamiento sísmico de los micropilotes, ya que estas son una buena alternativa a los pilotes clásicos ya que pueden llegar a zonas de difícil acceso además de poder perforar en cualquier material (rocas, rocas blandas, zonas kársticas, concreto, etc.) esto debido a que se ejecutan con maquinarias pequeñas y ligeras.

En la tesis se hace una descripción resumida de la herramienta utilizada para el modelamiento de elementos finitos Plaxis 2D, pudiendo el interesado profundizar sobre este tema en los manuales y tutoriales que tiene disponible el mismo programa.

Se toma dos parámetros importantes para los micropilotes como son la esbeltez y el ángulo de inclinación para conocer su respuesta sísmica buscando así conocer los valores óptimos de estos parámetros y mejorar su comportamiento sísmico; para esto se verán las fuerzas internas que se generan en los micropilotes como respuesta ante la presencia de un sismo modelándolo por el método de elementos finitos con ayuda del Plaxis 2D.

ABSTRACT

In the present thesis seeks the optimization of the slenderness and the angle of inclination of the micropiles to improve their seismic behavior through the use of the program of the PLAXIS 2D, will be carried out with the help of the aforementioned program various analyzes varying the slenderness and the angle of inclination of the micropiles these two will be evaluated independently, in order to be able to conclude their influence on their behavior in an earthquake and give the necessary recommendations.

The thesis presents a review of the theoretical foundations of the micropiles to obtain general knowledge, with the purpose of understanding theoretical knowledge and encouraging their deepening, in the theoretical part of the thesis the micropile is defined, its classification, field of application, design and execution. Peru is part of a seismically active region and there is a need to know the seismic behavior of the micropiles, since these are a good alternative to the classic piles since they can reach areas of difficult access besides being able to drill in any material (rocks, soft rocks, karstic areas, concrete, etc.) because they are executed with small and light machinery.

In the thesis, he gives a summary description of the tool used for the modeling of finite elements Plaxis 2D, being able the interested one in deepening on this topic in the manuals and tutorials that the same program has available.

Two important parameters are taken for the micropiles, such as the slenderness and the angle of inclination to know their seismic response in order to know the optimal values of these parameters and improve their seismic behavior, for this we will see the internal forces that are generated in the micropiles that it gives in response to the presence of an earthquake this will be done by modeling it by the finite element method with the help of the 2D Plaxis.

PRÓLOGO

Los micropilotes son elementos de cimentaciones profundas con secciones de 0.10 a 0.30 m. en promedio con una alta capacidad portante a compresión diseñadas también para soportar esfuerzos de flexión y cortante.

Se trata de una gran versatilidad especialmente en espacios reducidos y de poca altura. En nuestro medio es una técnica cada vez más extendida y utilizada en:

- Recalce de cimentaciones existentes por presentar problemas de deformación o falta de capacidad portante.
- Como elemento de contención construyendo pantallas de micropilotes para construcción de sótanos o en estabilización de taludes.
- Como refuerzo en los trabajos de excavación de túneles, denominados paraguas.
- Como elemento de cimentación transmitiendo al terreno los esfuerzos generados por la estructura a cimentar: cargas axiales, momentos flectores y cortantes, especialmente cuando los pilotes convencionales tienen dificultad en los accesos reducidos.
- Cimentaciones sometidas a momento de volteo como muros de contención, torres de alta tensión, chimeneas y reservorios elevados.

Los micropilotes inclinados se emplean para tomar las componentes horizontales en una estructura de contención en estabilización de taludes sobre todo en estructuras nuevas y recalces considerando la fuerza sísmica horizontal.

La presente tesis trata de elevar un vacío en el diseño de micropilotes investigando su esbeltez y ángulo de inclinación de manera de obtener los mínimos fuerzas cortantes y momentos flectores durante la ocurrencia de un evento sísmico.

EL ASESOR

ING. CESAR ATALA ABAD

LISTA DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 2.1: Recubrimiento mínimo en mm.....	32
CUADRO 2.2: Reducción del espesor de armadura por efecto de corrosión (mm).....	32
CUADRO 2.3: Valor de resistencia por el fuste K.....	38
CUADRO 2.4: Valor del coeficiente I.....	38
CUADRO 2.5: Valores del coeficiente α	40
CUADRO 2.6: Coeficiente de capacidad de soporte por punta.....	40
CUADRO 2.7: Factores de seguridad para fundaciones de micropilotes.....	42
CUADRO 2.8: Valores del coeficiente de F1 propuesto por Oteo.....	42
CUADRO 2.9: Datos técnicos de barras Gewi.....	50
CUADRO 3.1: Micropilotes a usar para ver el efecto de esbeltez.....	57
CUADRO 3.2: Micropilotes a usar para ver el efecto del ángulo de inclinación..	58
CUADRO 3.3: Unidades que utiliza Plaxis 2D	60
CUADRO 4.1: Coordenadas relativas de los micropilotes.....	78
CUADRO 5.1: Envolvente del ratio de la fuerza axial	83
CUADRO 5.2: Envolvente del ratio de la fuerza cortante	85
CUADRO 5.3: Envolvente del ratio del momento flector	87
CUADRO 5.4: Envolvente de la fuerza axial del micropilote izquierdo	90
CUADRO 5.5: Envolvente de la fuerza axial del micropilote derecho	91
CUADRO 5.6: Envolvente de la fuerza cortante del micropilote izquierdo	93
CUADRO 5.7: Envolvente de la fuerza cortante del micropilote derecho.....	93
CUADRO 5.8: Envolvente del momento flector del micropilote izquierdo	96
CUADRO 5.9: Envolvente del momento flector del micropilote derecho.....	96

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 2.1: Clasificación de micropilotes de acuerdo al tipo de armadura.....	17
FIGURA 2.2: Clasificación de micropilotes según inyección empleada.....	18
FIGURA 2.3: Caso 1, micropilotes directamente cargados.....	20
FIGURA 2.4: Caso 2, muro de micropilotes reticulados.....	21
FIGURA 2.5: Clasificación de micropilotes basado en el tipo de inyección.....	23
FIGURA 2.6: Micropilotes en cimentación.....	24
FIGURA 2.7: Ejemplo de Conexión de micropilotes a una cimentación corrida existente.....	25
FIGURA 2.8: Pantalla de micropilotes.....	26
FIGURA 2.9: Paraguas de micropilotes.....	27
FIGURA 2.10: Estabilización de terrenos con micropilotes.....	28
FIGURA 2.11: Centradores de plástico para micropilotes.....	31
FIGURA 2.12: Gráfico para el cálculo del q_s para arenas y gravas.....	41
FIGURA 2.13: Gráfico para el cálculo de q_s para arcillas y limos.....	41
FIGURA 2.14: Secuencia típica de la construcción de micropilotes.....	45
FIGURA 2.15: Partes de las perforadoras.....	47
FIGURA 2.16: Colocación del refuerzo.....	48
FIGURA 2.17: Empalmes mecánicos de barras de refuerzos.....	49
FIGURA 2.18: Barra Gewi y sus accesorios.....	50
FIGURA 2.19: Barras DYWI Drill.....	51
FIGURA 2.20: Barras ISCHEBECK TITAN.....	51
FIGURA 2.21: Detalle de micropilote con refuerzo compuesto.....	52
FIGURA 2.22: Esquema de mezcladora coloidal.....	53
FIGURA 2.23: Planta de inyección coloidal.....	54
FIGURA 2.24: Detalle de conexión de micropilotes con la estructura.....	55
FIGURA 3.1: Sección de Micropilote TITAN.....	56
FIGURA 3.2: Esquema de micropilotes inclinados.....	58
FIGURA 3.3: Sistema de coordenadas y representación de las componentes positivas de los esfuerzos.....	61
FIGURA 3.4: Ejemplo de un modelo de deformación plana y de un axisimétrico.....	62
FIGURA 3.5: Posición de los nodos y puntos de tensión en los elementos.....	62

FIGURA 3.6: Ventana principal del programa CALCULATIONS.....	63
FIGURA 3.7: Barra de herramientas de la ventana principal del programa OUTPUT.....	63
FIGURA 3.8: Ventana principal del programa CURVES.....	64
FIGURA 4.1: Posición de los nodos y puntos de tensión de un elemento de viga de 5 nodos y en uno de 3 nodos.....	65
FIGURA 4.2: Esquema general de la configuración del modelo geotécnico.....	66
FIGURA 4.3: Ubicación del sismo para el análisis.....	67
FIGURA 4.4: Acelerograma del sismo, a usar en el análisis.....	68
FIGURA 4.5: Modelo geométrico con condiciones de contorno.....	70
FIGURA 4.6: Interfaces entre las estructuras y suelos en Plaxis 2D.....	70
FIGURA 4.7: Malla de elementos finitos.....	71
FIGURA 4.8: cuadro del procedimiento Ko.....	72
FIGURA 4.9: selección del archivo del sismo.....	73
FIGURA 4.10: Deformada de la malla.....	74
FIGURA 4.11: esfuerzos efectivos.....	74
FIGURA 4.12: Envolvente de las fuerzas internas (axial, cortante y momento flector) del micropilote izquierdo.....	75
FIGURA 4.13: Envolvente de las fuerzas internas (axial, cortante y momento flector) del micropilote derecho	76
FIGURA 4.14: Modelo geométrico con condiciones de contorno 2.....	77
FIGURA 4.15: Ángulo de inclinación de los micropilotes.....	78
FIGURA 4.16: Deformada de la malla para $\alpha=0^\circ$	79
FIGURA 4.17: Deformada de la malla para $\alpha=5^\circ$	80
FIGURA 4.18: Deformada de la malla para $\alpha=15^\circ$	80
FIGURA 4.19: Deformada de la malla para $\alpha=30^\circ$	81
FIGURA 4.20: Deformada de la malla para $\alpha=45^\circ$	81
FIGURA 4.21: Deformada de la malla para $\alpha=60^\circ$	82
FIGURA 5.1: Envolvente del ratio de las fuerzas axial del micropilote izquierdo y derecho.....	84
FIGURA 5.2: Ratio de las fuerzas axiales máximas	85
FIGURA 5.3: Envolvente del ratio de las fuerzas cortantes del micropilote izquierdo y derecho.....	86
FIGURA 5.4: Ratio de las fuerzas cortantes máximas	87

FIGURA 5.5: Envolvente del ratio del momento flector del micropilote izquierdo y derecho.....	88
FIGURA 5.6: Ratio de los momentos flectores máximos.....	89
FIGURA 5.7: Envolvente de la fuerza axial del micropilote izquierdo y derecho.....	92
FIGURA 5.8: Fuerzas axiales máximos	92
FIGURA 5.9: Envolvente de la fuerza cortante del micropilote izquierdo y derecho.....	95
FIGURA 5.10: Fuerzas cortantes máximos	95
FIGURA 5.11: Envolvente del momento flector del micropilote izquierdo y derecho.....	98
FIGURA 5.12: Momentos flectores máximos.....	98

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

a/c	: Relación agua cemento
AETESS	: Asociación de empresas de la tecnología del suelo y subsuelo.
α_p	: Angulo de inclinación del micropilote.
C	: Cohesión de un suelo
Dn:	: Diámetro nominal.
Dx:	: Tamiz por donde pasa el x% de la muestra.
E	: Modulo de Young
\emptyset	: Angulo de fricción del suelo.
FHWA	: Administración federal de carreteras de los E.E.U.U.
IGU	: Inyección global unificada.
IRS	: Inyección repetitiva y selectiva.
IUR	: Inyección única repetitiva.
MPa	: Mega pascal.
n	: eficiencia del grupo de micropilotes.
Pk	: Carga crítica de pandeo.
Qg	: Capacidad de carga del grupo de micropilotes.
QL	: Carga limite en cabeza del micropilote.
Qp	: Resistencia por la punta.
Qs	: Resistencia por fuste.
T	: Tope estructural.
v	: Módulo de Poisson
γ_m	: Peso específico del suelo
γ_{sat}	: Peso específico saturado del suelo.
Ψ	: Angulo de dilatancia del suelo.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Los Micropilotes son generalmente definidos como pilotes con diámetro menor a 300 mm, los cuales son construidos in situ, mediante perforaciones en los suelos, colocando refuerzos y rellenando los espacios vacíos mediante lechada de cemento o morteros. Las grandes ventajas en el uso de micropilotes han resultado en un apreciable incremento de esta tecnología en reparación de cimentaciones; entre las principales ventajas se tienen la mínima perturbación del suelo, bajo volumen de excavación y simplicidad en la construcción de micropilotes inclinados. El uso de los micropilotes es amplia tanto como en recalce de estructuras y en estructuras nuevas se debe considerar su uso en el caso de no poder usar otra como los pilotes ya sea por motivo de espacio ya que las maquinarias a usar en los micropilotes son más pequeñas que los de pilotes pudiendo incluso pasar por puertas de 0.90 m haciéndolos ideal en los recalces de estructuras con problemas de asentamientos o con nuevas ampliaciones.

Los micropilotes están considerados como pilotes de fricción y en otras partes del mundo se ha comprobado un satisfactorio comportamiento sísmico. Sin embargo el comportamiento de micropilotes no ha tenido todavía la atención necesaria en el Perú, donde además hay una gran necesidad por evaluar el comportamiento sísmico de estos. A través de una evaluación numérica se puede modelar este comportamiento.

Es así que en la presente investigación se analizará el comportamiento sísmico del micropilote según dos casos: en primer lugar se hará variar su razón de esbeltez (D/L) (siendo D el diámetro del micropilote y L la longitud efectiva del micropilote) y en segundo lugar se variará el ángulo de inclinación de este para que de esta forma pueda tomar las fuerzas horizontales de las estructuras. Esta evaluación se hará independientemente una de otra, mediante elementos finitos, usando el programa Plaxis 2D, En los dos casos se comparará los resultados obtenidos según los valores de fuerza axial, fuerza de corte y momento flector variando la razón de la esbeltez (D/L) y el ángulo de inclinación.

En el Perú existen varias empresas de cimentaciones y geotecnia aplicada que ofrecen el servicio de micropilotes pero su uso aún no han sido muy difundido por lo cual el presente trabajo de investigación busca dar un aporte para tener un

mayor conocimiento de los micropilotes viendo sus ventajas que pueden ser aprovechadas para determinados casos donde no se pueda aplicar otras alternativas.

1.2 PROBLEMÁTICA

En el Perú el diseño de la cimentación con micropilotes no ha sido grandemente desarrollado y los casos aplicativos con este elemento estructural son escasos, más aún la evaluación del comportamiento sísmico de este elemento, esto es debido a la falta de conocimiento de esta tecnología que tiene amplias aplicaciones a nivel mundial.

Este trabajo de investigación está dirigido a resolver la incertidumbre que existe respecto al desempeño de los micropilotes ante carga sísmica, más aún verificar si se logra un mejor comportamiento sísmico al optimizar la esbeltez del micropilote y el ángulo de inclinación de la construcción del micropilote.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Optimizar la esbeltez y el ángulo de inclinación de micropilotes para lograr un mejor comportamiento de la estructura ante carga sísmica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1) Describir el concepto de micropilotes y sus aplicaciones.
- 2) Evaluar el comportamiento sísmico de los micropilotes sobre la estructura.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis General

Los micropilotes tienen un buen comportamiento sísmico debido a su esbeltez y los micropilotes inclinados tienen un ángulo de inclinación óptimo entre 0° y 60° para tomar las fuerzas horizontales del sismo.

1.4.2 Hipótesis Específicos

- 1) Los micropilotes tienen múltiples aplicaciones en el área de la ingeniería civil.
- 2) Es importante la interacción entre el micropilote y la estructura ante la carga sísmica.

CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 DEFINICIÓN DE MICROPILOTES

Los micropilotes pueden ser considerados como una variante del pilote convencional, por lo tanto se puede decir que es un tipo de cimentación profunda. Hablando un poco sobre pilotes se puede clasificar por su forma de puesta en obra de dos tipos los de desplazamiento (hincado) y los de emplazamiento (vaciados in situ).

Un micropilote viene a ser un pilote circular de emplazamiento de pequeños diámetros (de 100 a 300 mm), perforados in situ, armado con tubería de acero reforzado a veces con una o varias barras corrugadas y se les inyecta a presión o por gravedad una lechada o mortero de cemento desde el interior de la tubería de refuerzo recubriéndola totalmente. Debido a su diámetro pequeño los micropilotes transmiten las cargas al terreno mayormente por rozamiento del fuste (fricción lateral) despreciándose la carga tomada en la punta del micropilote debido a que la resistencia en la punta es mucho menor que la de resistencia por fuste.

Las características técnicas de los materiales y modo de ejecución de los micropilotes permiten lograr altas capacidades de carga (30 a 150 toneladas) tanto a la tracción como a la compresión con deformaciones mínimas.

“Para el desarrollo de esta resistencia, se utiliza un hecho básico de la Ingeniería Geotécnica que consiste en que, si a un suelo se lo somete a una precarga, mejora notablemente su capacidad friccional. Es decir que si se inyecta una lechada de cemento a presión en el suelo, se produce con ello un incremento de tensiones en su masa, que conduce a un mejoramiento de sus parámetros de corte” (Leoni, 2015).

“El término “micropilote” es utilizado casi universalmente pero entendido como refiriéndose a pilotes ejecutados con técnicas diferentes” (Barba, 2012).

2.2 CLASIFICACIÓN DE MICROPILOTES

Los micropilotes se pueden clasificar de diversas maneras pero en el presente trabajo se hará el uso de los tipos que se mencionaran a continuación:

2.2.1 Clasificación según el tipo de armadura

Se realiza este tipo de clasificación según el refuerzo que se use para el micropilote

- a) Refuerzo con dos barras o paquetes de barras.
- b) Refuerzo de barras de acero con estribos en espiral.
- c) Refuerzo de tubo de acero.



FIGURA 2.1: Clasificación de micropilotes de acuerdo al tipo de armadura (Hernández, 2012)

La elección del tipo de armadura a usar depende del diámetro del micropilote y de la capacidad de carga del micropilote, para obtener micropilotes con capacidad de cargas altas es necesario micropilotes mayores a 12 metros lineales de profundidad por lo cual no es posible colocar refuerzos de barras de acero ya que estas solo tienen longitudes de hasta 9.15 m.

2.2.2 Clasificación según el método de inyección

Se diferencian tres tipos de micropilotes según su tipo de inyección empleado en su construcción (IGU, IUR y IRS), también pudiendo utilizarse una inyección previa a estas tres mencionadas.

La inyección previa será necesaria "cuando las pérdidas de inyección se prevean elevadas, entendiéndose normalmente como tales cuando sean superiores a 2,5 a 3

veces el volumen teórico de inyección, se realizará una inyección previa con lechada o mortero de cemento, que será necesario re perforar para proseguir con la ejecución del micropilote" (Barba, 2012)

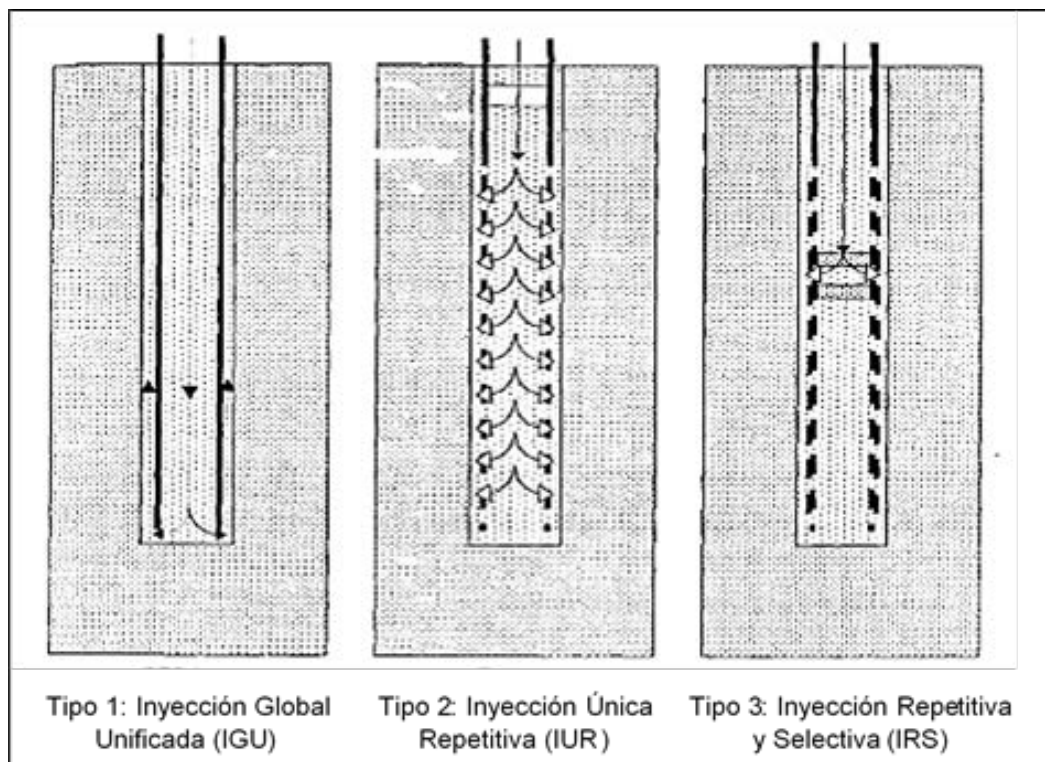


FIGURA 2.2: Clasificación de micropilotes según inyección empleada (Barba, 2012)

a) Inyección global unificada (IGU): Se realiza en una sola etapa y cubre la totalidad del fuste del micropilote, la inyección se realiza desde la punta a la cabeza del micropilote. Por lo regular la lechada de inyección normalmente será superior a la mitad de la presión límite del terreno y menor a dicha presión límite.

b) Inyección única repetitiva (IUR): Tiene la característica de que además de cubrir la totalidad del fuste se realiza una re-inyección a presión en una zona en particular.

c) Inyección repetitiva y selectiva o de desplazamiento (IRS): Es muy parecida a la anterior, la diferencia es que en ésta se usa un tubo de manguitos con doble obturador que permite repetir la operación varias veces. Puede ser controlada, como en la inyección por compactación o no controlada en donde las altas presiones inducen fracturamiento hidráulico.

“A continuación se formulan algunas recomendaciones genéricas acerca de la posible adecuación del uso de unos u otros tipos de inyección, que deben considerarse únicamente a título orientativo.

- _ Los micropilotes del tipo IGU suelen ser los más adecuados en rocas más o menos sanas, suelos cohesivos muy duros y suelos granulares.
- _ Los del tipo IUR se emplean generalmente en rocas blandas y fisuradas y en materiales granulares gruesos y de compacidad media.
- _ Los del tipo IRS, que permiten efectuar una inyección más controlada, se recomiendan en suelos cohesivos (salvo los muy duros), suelos de consistencia baja o media y especialmente en suelos granulares en los que se intenta formar un bulbo.

No obstante lo anterior, cada caso precisa una definición específica de la tipología a utilizar, que será función, además, de la capacidad resistente requerida para el mismo y que el proyecto deberá ser evaluado de modo expreso” (Ministerio de Fomento de España, 2005).

“El termino compacidad relativa es comúnmente usado para indicar la compacidad o la flojedad in situ del suelo granular.” (Braja M. Das, 2001)

Para suelos granulares se recomienda de lo anterior:

Los micropilotes IGU, para suelos granulares denso o muy denso (compacidad relativa de 70 a 100%).

Los micropilotes IUR, para suelos granulares de compacidad media (compacidad relativa de 50 a 70%).

Los micropilotes IRS, para suelos granulares sueltos o muy sueltos (compacidad relativa de 0 a 50%).

2.2.3 Clasificación aceptada por la FHWA

Según el FHWA (Administración Federal de Carreteras de los EE.UU.), hace su clasificación de acuerdo a dos criterios:

- A. La filosofía del comportamiento del micropilote (Diseño)
- B. El método de inyección de los micropilotes (Construcción)

A) Según la filosofía del comportamiento del micropilote:

Se dan en esta clasificación dos casos a considerar en el diseño de micropilotes.

Caso 1: En este caso los micropilotes son cargados directamente, ya sea para condiciones de carga axial o lateral, resistiendo casi el total de las cargas aplicadas, trabajando como sustituto de los pilotes convencionales. Se muestra gráficamente el caso 1 (ver figura 2.3).

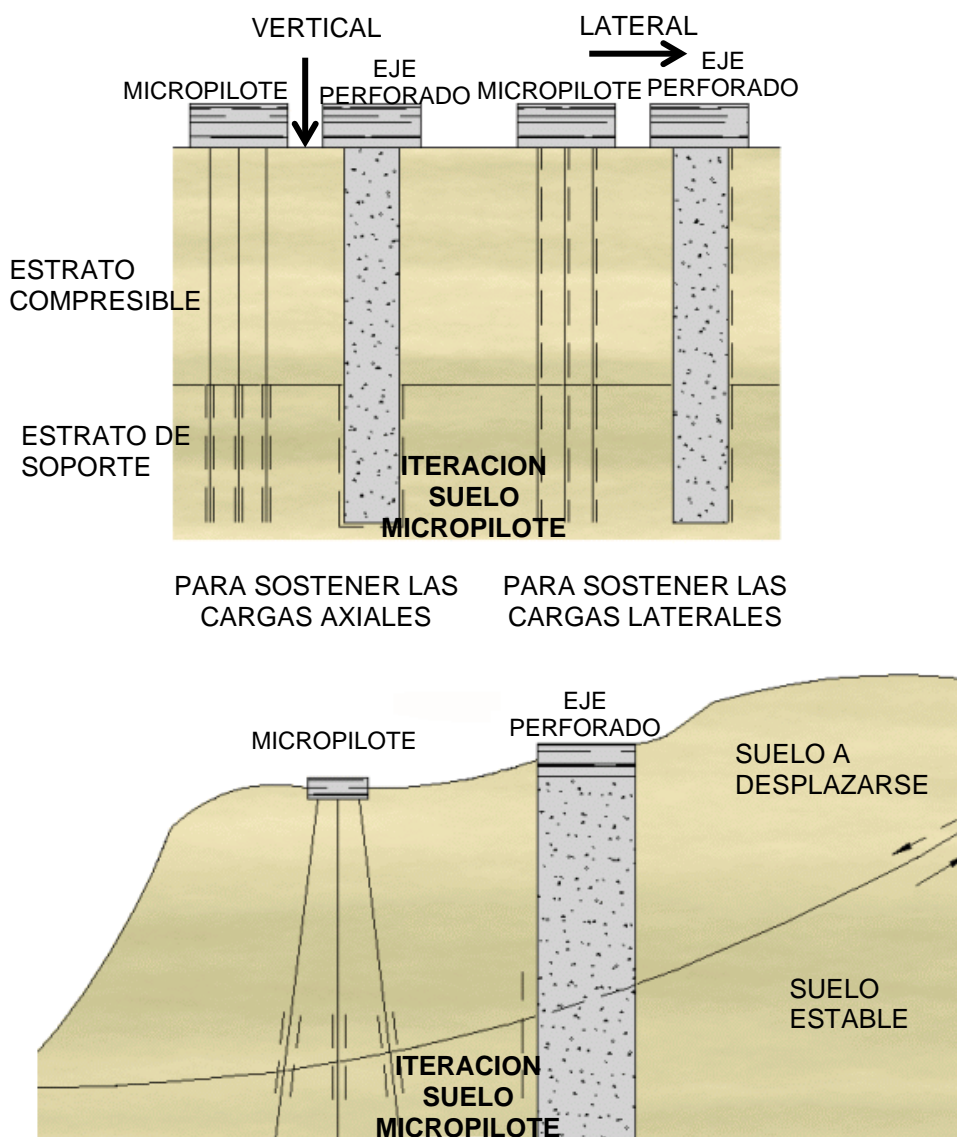


FIGURA 2.3: Caso 1, micropilotes directamente cargados (FHWA, 2000)

Caso 2: Los micropilotes refuerzan internamente al suelo, conformando una red de micropilotes reticulados y que viene a ser como componentes de una masa de suelo reforzado para la estabilización y apoyo.

Las cargas estructurales aplicadas a diferencia del caso 1 se aplican a toda la masa del suelo reforzado. Una típica red de micropilotes reticulados se observa en la figura siguiente (ver figura 2.4).

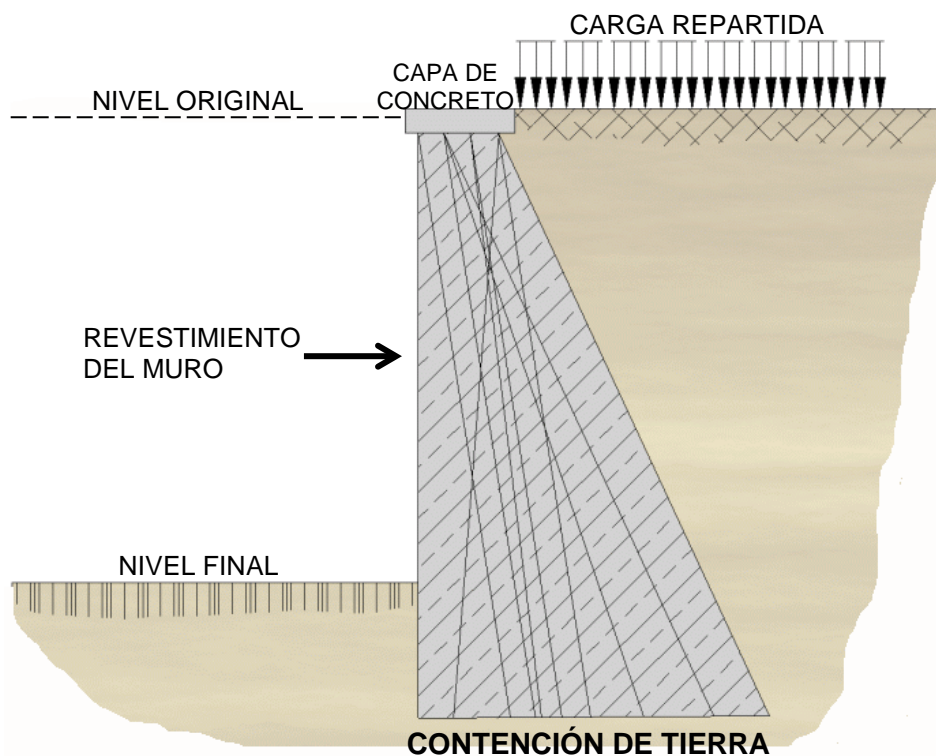


FIGURA 2.4: Caso 2, muro de micropilotes reticulados (FHWA, 2000)

B) Según el método de inyección de los micropilotes:

En el control de la construcción de los micropilotes, el método de inyección viene a ser el más sensible debido ya que depende mucho de este para la capacidad portante del micropilote debido a su importancia en la iteración lechada/suelo. Esta clasificación consiste en la designación de letras (A, B, C y D) basada principalmente sobre el método de inyección de la lechada (ver figura 2.3).

Tipo A: Este tipo es la que la lechada es vertida desde la cabeza del micropilote por gravedad. Esta técnica es poco común a utilizar.

Tipo B: La inyección se realiza desde la punta a la cabeza del micropilote. La presión de inyección típica para este tipo de micropilotes según FHWA es de 0,5

a 1 Mpa., y está limitada a ciertos tipos de terrenos (flojos, muy fracturados, con oquedades), como modo de evitar la fracturación hidráulica del terreno y un consumo excesivo de lechada. Los micropilotes tipo IGU se incluyen dentro de este tipo.

Tipo C: Se realizan en dos etapas: 1) La lechada de cemento se coloca por gravedad (lechada primaria) igual que en el tipo A. y 2) antes del endurecimiento de la lechada primaria (después de aproximadamente 15 a 25 minutos) se realiza una segunda inyección global con la utilización de un obturador en la boca de la armadura tubular de acero, y a través de válvulas de inyección “anti retorno” (manguitos) instalados sistemáticamente a lo largo de la armadura, con presiones mayores a 1 Mpa., para conseguir una consolidación y pequeña compactación del terreno circundante. Los micropilotes tipo IRS se incluyen dentro de este tipo.

Tipo D: También se realiza en dos etapas al igual que el tipo C pero con modificaciones en el paso 2. La primera inyección es emplazada como se dijo para los Tipos A y C, desde la boca de la armadura tubular y por gravedad o por el interior de la armadura y desde el último manguito con la ayuda de un obturador como el tipo B. Se realiza una segunda inyección a presión que rompe la lechada primaria a través de válvulas de inyección “anti retorno” (manguitos) instalados a lo largo de la armadura de acero tubular, con presiones que deben oscilar entre 2 y 8 Mpa. Esta segunda inyección es realizada en forma selectiva con el obturador doble aislando válvula a válvula y situados en horizontes (capas o estratos) de terreno bien diferenciados e identificados, pudiendo ser inyectados estos estratos varias veces a través del tiempo, si esto es requerido o necesario porque las condiciones del terreno o del proyecto así lo requieran. Los micropilotes IRS se incluyen dentro de este tipo.

Estos cuatros tipos de inyección de los micropilotes están normados por la FHWA de los EEUU y se muestran gráficamente en la figura 2.5.

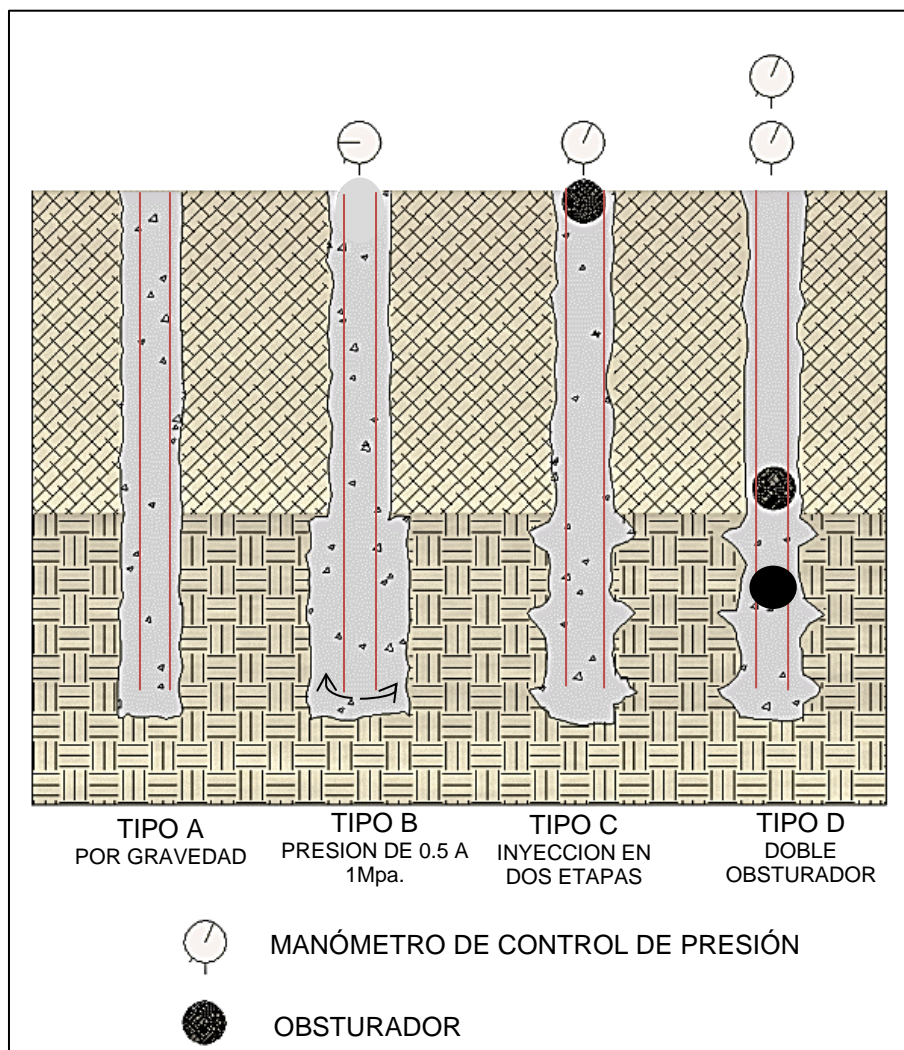


FIGURA 2.5: Clasificación de micropilotes basado en el tipo de inyección (FHWA, 2000)

2.3 USOS DE MICROPILOTES

A continuación se muestra las aplicaciones más importantes de los micropilotes dentro de la ingeniería civil:

- En Cimentaciones Profundas
- En Recalces y Refuerzo Estructurales
- En Pantallas de Micropilotes
- En Paraguas de Micropilotes
- En estabilización de terrenos, etc.

2.3.1 En Cimentaciones profundas:

Tienen la misma función que los pilotes tradicionales es decir el de transmitir las cargas de las estructuras a estratos de suelos más profundos.

“Los micropilotes transmiten las cargas de manera menos concentrada y más uniforme que los pilotes, pudiendo suponer una ventaja en determinadas circunstancias, como por ejemplo en zonas constituidas por rocas alteradas, etc.”(Ministerio de Fomento de España, 2005).

Los micropilotes se usan en caso de terrenos de difícil acceso, dimensiones reducidas, en terrenos no aptos para los pilotes tradicionales es decir se usara los micropilotes cuando no se pueda hacer uso de los pilotes. En la figura 2.6 se aprecia los micropilotes que son unidos por medio de una viga de cimentación. Los micropilotes también se pueden considerar como una alternativa técnica económica ante el uso de pilotes tradicionales.



FIGURA 2.6: Micropilotes en cimentación (Barba, 2012)

2.3.2 En recalces y refuerzos estructurales:

Se entiende por recalce a un sistema de apoyos que permite aumentar la resistencia de un cimiento existente.

En cimentaciones existentes que se recalcan total o parcialmente por insuficiencia de la cimentación respecto a las características del terreno, lavado de finos por el agua, descalces por actuaciones circundantes o incremento de cargas en la estructura. En el recalce, juega un papel fundamental la conexión entre la cimentación existente y el micropilotaje.

“Una de las ventajas del micropilote es la facilidad de conexión a las cimentaciones existentes, lo que lo convierte en un método ideal de recalce ya que la puesta en carga se produce con deformaciones milimétricas” (Botello, 2015).

Los primeros usos de lo micropilotes se dieron para recalzar y reforzar monumentos históricos tales como iglesias castillos, etc. Debido a que generalmente se cuenta con poco espacio para estos tipos de trabajos los micropilotes vienen a ser una adecuada solución.

En la figura 2.7 se observa que los micropilotes atraviesan la cimentación existente y en forma alternada este es un tipo de recalce.

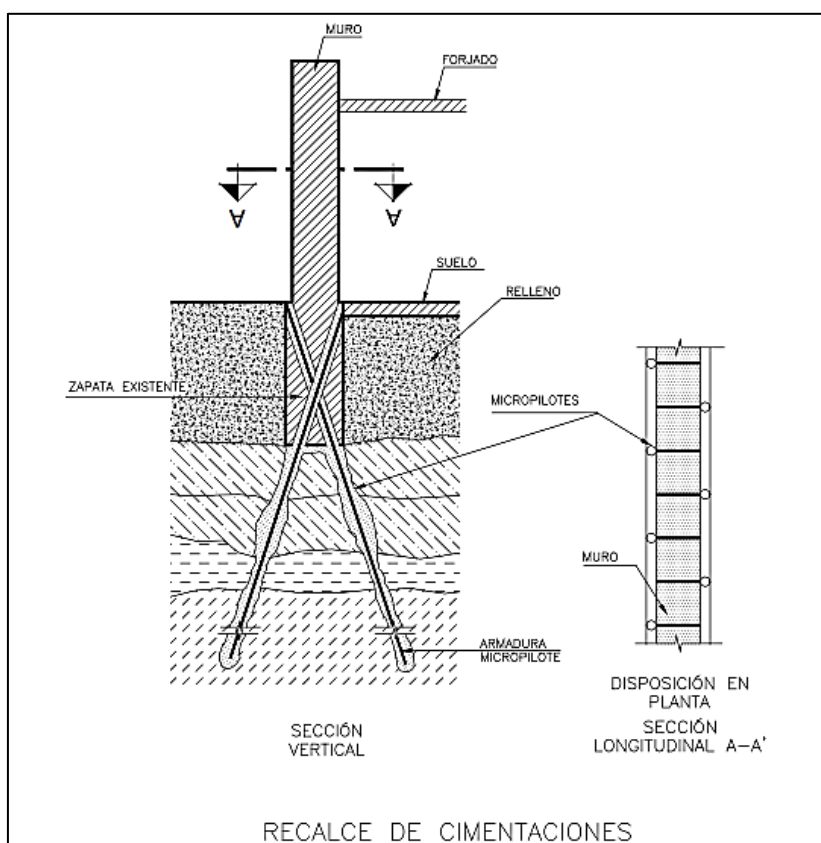


FIGURA 2.7: Ejemplo de Conexión de micropilotes a una cimentación corrida existente (Botello, 2015)

2.3.3 En Pantalla de micropilotes:

La función de las pantallas de micropilotes consiste en recalzar las estructuras colindantes, para permitir la excavación sin peligros hasta determinado

profundidad, se debe considerar que los micropilotes deben tener un empotramiento por debajo de la cota de excavación para que estas puedan soportar la carga del terreno que sostiene y tener una viga de concreto armado en la parte superior para garantizar que los micropilotes trabajen como un solo elemento.

Los micropilotes tienen una separación mínima entre ellos y en forma vertical, dependiendo de la profundidad de excavación estas deben de ser ancladas.

También los micropilotes pueden trabajar como muros de contención colocándose en varias filas siendo la primera vertical y las otras inclinadas (ver figura 2.8).

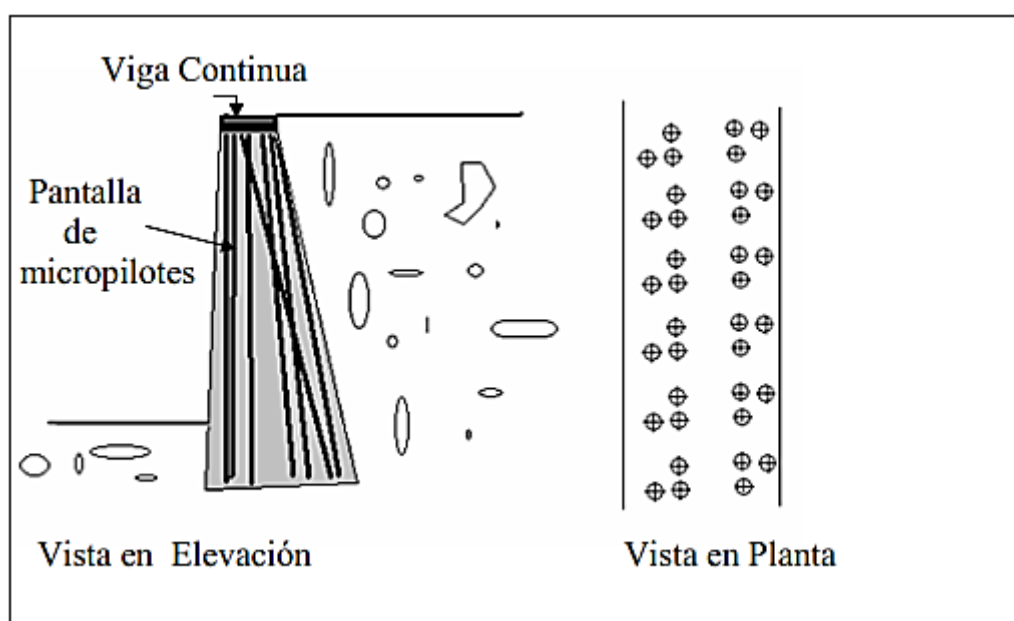


FIGURA 2.8: Pantalla de micropilotes (Botello, 2015)

2.3.4 En Paraguas de micropilotes:

Un paraguas de micropilotes es un conjunto discreto de elementos lineales sub horizontales perforados en el terreno armados e inyectados, que forman una pre bóveda resistente envolvente de la cavidad a excavar, cuya misión es sostener el terreno existente por encima, así como minimizar las deformaciones del mismo para evitar daños en estructuras o infraestructuras viarias existentes durante la excavación.

Ejecutados como sostenimiento del terreno en excavaciones de túneles, tal como se muestra en la Figura 2.9.

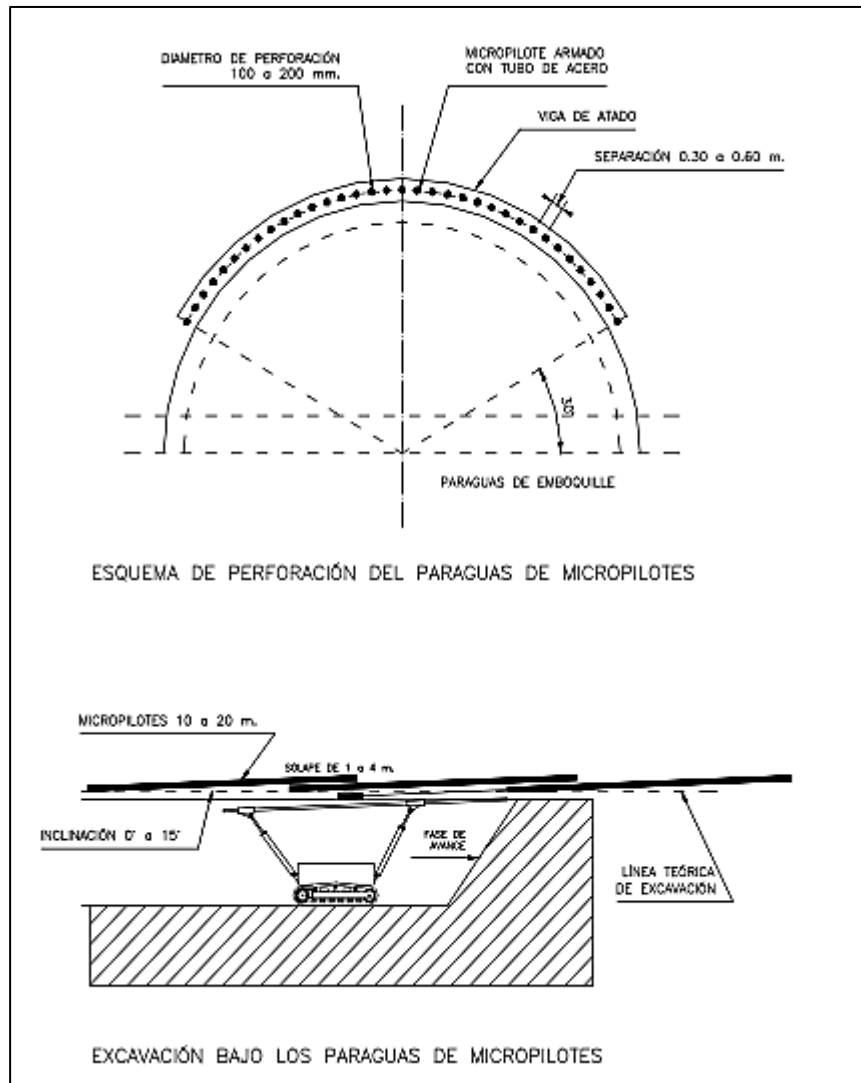


FIGURA 2.9: Paraguas de micropilotes (Botello, 2015)

2.3.5 En estabilización de terrenos:

“Aplicados fundamentalmente en el tratamiento de taludes y laderas, producen una mejora del coeficiente de seguridad global de las mismas por incremento de la resistencia al corte de la masa de terreno potencialmente inestable” (Botello, 2015). Ver figura 2.10.

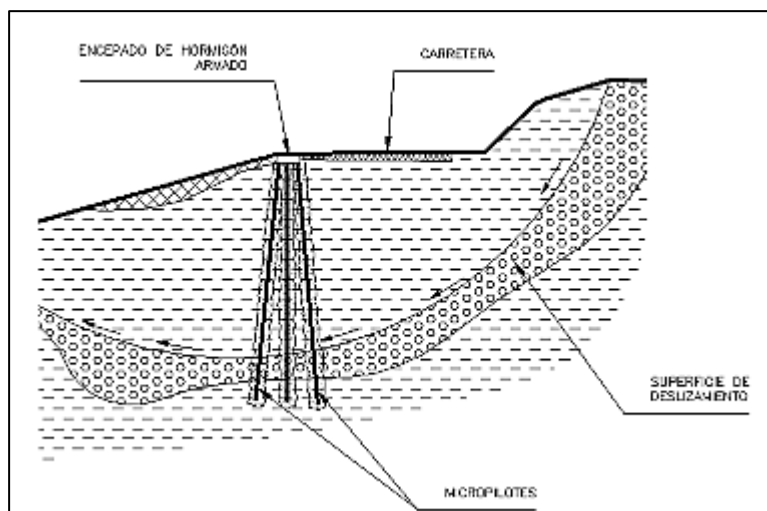


FIGURA 2.10: Estabilización de terrenos con micropilotes (Botello, 2015)

2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MICROPILOTES

Se deben de tener en cuenta las ventajas y desventajas de los micropilotes y de considerarse que los micropilotes son la última alternativa en caso que ya no se pueda colocar otro sistema de cimentación como los pilotes.

2.4.1 Ventajas:

Los equipos que se usan en la construcción de los micropilotes son de tamaño reducido con respecto a los utilizados en los pilotes es decir que se pueden construir donde los pilotes no pueden entrar por los equipos que necesitan, por lo que caben en lugares muy estrechos (puertas de 90 cm) como los sótanos de los edificios.

Las perforaciones que se hacen para los micropilotes no causan grandes perturbaciones, siendo menos dañinas para las estructuras vecinas.

Dada su esbeltez los micropilotes trabajan exclusivamente por fuste, no siendo necesario que la punta se apoye en un estrato resistente.

La conexión de los micropilotes a las estructuras existentes (recalces) es relativamente sencilla, además que comienzan a resistir cargas a partir de pequeñas deformaciones.

Pueden instalarse en cualquier tipo de terreno y atravesar si es necesario zonas rocosas o concretos existentes.

2.4.2 Desventajas:

La relación entre el costo y la carga admitida es mayor en un micropilote que en un pilote.

La calidad de los micropilotes depende mucho de la rigurosidad de los procesos de ejecución, por lo que es importante una buena supervisión.

Los cálculos de los micropilotes son generalmente empíricos y solo se pueden contrastar con las pruebas de carga en campo.

2.5 MATERIALES Y PRODUCTOS QUE CONSTITUYEN LOS MICROPILOTES

A continuación se describirá los materiales que constituyen a los micropilotes indicándoles sus principales características necesarias para una correcta ejecución de estos.

2.5.1 Armaduras

Las armaduras pueden ser constituidos por armaduras de aceros o paquetes de aceros pero como se indicó anteriormente este tipo de refuerzo son para micropilotes de bajas capacidades portantes, por lo que las armaduras de los micropilotes están constituidas por un tubo de acero y que además estas podrían ser complementadas por barras de corrugadas de acero situados en su eje o en torno al refuerzo principal.

La armadura del tubo de acero debe garantizar la continuidad del micropilote además de proporcionar resistencia al corte y flexión ya que generalmente los micropilotes no trabajan en compresión pura, se tiene micropilotes de longitudes de hasta 50 metros se hace necesario la utilización de empalmes que serán roscados con el uso de manguitos exteriores de refuerzo.

“Bermejo (2003) ha realizado ensayos, a flexión y a esfuerzo cortante, de tubos de diámetro exterior 88.9 mm y espesor 7 mm, comparando la resistencia de tubos continuos con la de tubos unidos con rosca macho-hembra y con la de tubos unidos con un manguito exterior de diámetro exterior 102 mm y espesor 7 mm. Los ensayos se realizaron con tubos huecos y con tubos rellenos con lechada de cemento de 50-60 Mpa de resistencia compresión simple. Su conclusión es que

las cargas de rotura (a flexión o a cortante) de los tubos con empalme por manguito es del mismo orden, o ligeramente superior, que la del tubo continuo, mientras que en el caso de los tubos con unión a rosca macho-hembra las cargas de rotura son del orden del 50% de las de los tubos con manguito” (Barba, 2012).

2.5.2 Lechadas y morteros de cemento

Los cementos a utilizar para las lechadas y morteros de cemento serán los empleados en cimentaciones de concreto armado. En caso de existir sustancias agresivas en el terreno (por ejemplo sulfatos), el tipo cemento a utilizar deberá ser resistente al ataque de las mismas.

“Las lechadas se definen como mezclas de cemento, agua y aditivos en su caso. Asimismo se denominan también lechadas, aquellas mezclas que incluyan la adición de polvo mineral o arena de tamaño inferior a dos milímetros (2mm) en cantidad, inferior en peso, a la total de cemento de la mezcla. Las mezclas que incluyan áridos que superen las limitaciones anteriores de tamaño máximo o de peso total, serán consideradas como morteros” (Barba, 2012).

a) Lechadas de cemento: La dosificación de las lechadas (relación agua cemento) se define en función a la resistencia necesaria y de las condiciones de inyección. La resistencia a la compresión de la lechada de cemento a utilizar en micropilotes deberá de cumplir las siguientes condiciones:

- A los 28 días deberá de ser mayor o igual a 25 Mpa (245 Kg/cm²).
- A los 7 días deberá ser mayor o igual al 60% de la resistencia requerida a los 28 días.

La relación agua/cemento, en peso, deberá mantenerse aproximadamente entre cuarenta y cincuenta y cinco centésimas ($0,40 < a/c < 0,55$). En caso de que sea necesario recurrir a lechadas con relaciones agua/cemento por debajo de cuarenta centésimas ($a/c < 0,40$), normalmente deberán de agregarse aditivos a las mismas para permitir que se puedan bombear de forma adecuada.

b) Morteros de cemento: Al igual que las lechadas de cemento la resistencia a la compresión mínima será de 25 Mpa (245 Kg/cm²), respecto a su dosificación

es recomendable para los micropilotes un contenido mínimo de cemento de 365 Kg por cada metro cubico de mortero.

La relación agua cemento es recomendable que no sea mayor a 0.6 y la arena a usarse tendrá una granulometría que cumpla con lo siguiente:

$$D_{85} \leq 4 \text{ mm}$$

$$D_{100} \leq 8 \text{ mm}$$

Donde

D_x : Tamiz por donde pasa el x% de la muestra

2.5.3 Protección contra la corrosión

Todos los elementos metálicos de los micropilotes (refuerzos y uniones) deberán ser protegidos frente a la corrosión durante su vida útil. El sistema de protección considerado para los elementos metálicos se bien dado por lo siguiente:

- Recubrimiento mínimo de la armadura del micropilote mediante lechada o mortero de cemento.
- La consideración de la reducción del espesor de acero debido a la corrosión.

a) Recubrimiento mínimo: es recomendable que la punta del acero de refuerzo no se apoye directamente sobre el suelo y el recubrimiento de los aceros se materialice mediante centradores (ver Figura 2.11).



FIGURA 2.11: Centradores de plástico para micropilotes (catalogo Sireg Gotech)

Los valores mínimos de recubrimiento se tomaran del cuadro 2.1.

CUADRO 2.1: Recubrimiento mínimo en mm (Ministerio de fomento de España, 2005)

	LECHADA	MORTERO
COMPRESIÓN	20	30
TRACCIÓN	25	35

b) Reducción del espesor del acero: Se debe de tener en cuenta en el cálculo estructural de los micropilotes la reducción del espesor del acero, esta reducción depende del tipo de terreno al cual se expone y a la vida útil del micropilote como se observa en el cuadro 2.2.

CUADRO 2.2: Reducción del espesor de armadura por efecto de corrosión (mm) (Ministerio de fomento de España, 2005)

TIPO DE TERRENO	VIDA ÚTIL REQUERIDA AL MICROPILOTE (años)				
	5.00	25.00	50.00	75.00	100.00
Suelos naturales sin alterar	0.00	0.30	0.60	0.90	1.20
Suelos naturales contaminados o suelos industriales	0.15	0.75	1.50	2.25	3.00
Suelos naturales agresivos (turberas, ciénagas, etc.)	0.20	1.00	1.75	2.50	3.25
Rellenos no agresivos sin compactar	0.18	0.70	1.20	1.70	2.20
Rellenos agresivos sin compactar (cenizas, escorias, etc.)	0.50	2.00	3.25	4.50	5.75

2.6 DISEÑO DE MICROPILOTES

Los métodos que se describirán en esta sección intentan definir una capacidad de carga admisible de los micropilotes, que luego deberá ser controlada a través de los correspondientes ensayos de carga.

Estos ensayos de carga servirán para definir la carga de rotura y para ello será necesario llevar al micropilote a una carga de por lo menos dos veces la carga admisible proyectada.

En este aspecto es recomendable utilizar para el ensayo de compresión (micropilote) la norma ASTM-D 1143-81 y para ensayos de tracción (anclajes) la ASTM-D 3689-87.

2.6.1 Aspectos relativos al diseño de micropilotes

Para la optimización del uso de los micropilotes como sistema de cimentación, se hace necesario considerar la influencia de ciertos aspectos como el método de transmisión de cargas, el efecto del grupo de micropilotes, la capacidad de carga axial, la influencia del grado de inclinación de los micropilotes y el uso del equipo adecuado para la instalación.

A continuación se describirá todos los aspectos mencionados para un mejor entendimiento en el diseño de los micropilotes.

2.6.1.1 Método de transmisión de cargas

El sistema que se debe implementar deberá ser capaz de soportar los requerimientos de cargas, con límites de asentamientos aceptables. Al suelo se transmiten los esfuerzos axiales de tracción y compresión por medio de la fricción generada en las paredes laterales del recubrimiento de lechada inyectado a presión. Esto ayuda a mejorar la rigidez al pandeo del refuerzo y además protege el refuerzo de la corrosión, formando un conjunto homogéneo refuerzo- suelo-lechada.

Los micropilotes debido a su esbeltez transmiten principalmente la carga al suelo por fricción y en menor cantidad por punta desestimando este último en el diseño por ser mucho menor que el primero. Esta forma de transferencia afecta considerablemente el desempeño del micropilote, pues las acciones necesarias para desarrollar la resistencia a fricción lateral son del orden de 20 a 40 veces menores que aquellos necesarios para movilizar la resistencia por punta.

2.6.1.2 Efecto de grupo de micropilotes

“Una vez determinada la carga estructural que va a ser resistida por el grupo de micropilotes, se debe escoger la cantidad de micropilotes a implementar y por consiguiente la capacidad de cada uno. El efecto de grupo en los micropilotes genera un efecto positivo debido a que la capacidad de carga es mucho mayor que la suma algebraica de las capacidades de carga individuales. Este efecto se ha logrado probar en arenas gruesas y se ha podido comprobar que un grupo de 18 micropilotes tiene una capacidad axial de más de seis veces con respecto a un grupo de tres micropilotes” (Arguedas, 2009).

La eficiencia del grupo de micropilotes se puede representar con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Q_g}{N * Q_s}$$

Dónde:

n: Es la eficiencia del grupo de micropilotes.

Q_g: Es la capacidad de carga del grupo de micropilotes.

N: Es el número de micropilotes en el sistema de cimentación.

Q_s: Es la capacidad de un micropilote del grupo pero en forma aislada.

Es importante mencionar que el efecto de grupo es “positivo” (n>1) en el caso de arenas. Aun así en el diseño no se considera y se toma como un factor de seguridad adicional. En el caso de las arcillas el efecto es “negativo” (n<1), pero es tan pequeño que se desprecia. Esto no ocurre con los pilotes.

2.6.1.3 Capacidad de carga axial última

La capacidad de carga axial última de un micropilote individual se define por la menor de las siguientes condiciones:

- Resistencia estructural del fuste
- Carga de pandeo
- Falla de adherencia entre el suelo y el fuste.

La carga última dividida entre un factor de seguridad según las regulaciones existentes en cada lugar, da origen a la carga permisible. No obstante es recomendable especificar una carga menor debido a las limitaciones en los esfuerzos y asentamientos que pueden ser aceptados en las estructuras que se necesitan cimentar.

2.6.1.4 Resistencia estructural del fuste

Por lo general la capacidad estructural del fuste gobierna todo el diseño debido a la sección transversal reducida, así como por la gran resistencia que provee la adherencia entre el suelo-lechada. Adicionalmente las técnicas de construcción empleadas también son un factor importante.

El acero de refuerzo es el elemento estructural que se lleva la mayor parte de la carga y en menos cantidad por la lechada; sin embargo, la acción compuesta mejora y optimiza el diseño interno del micropilote. El uso de tubos de acero como elementos de refuerzo se ha incrementado, especialmente cuando se requieren deflexiones mínimas o para soportar cargas horizontales.

2.6.1.5 Pandeo de micropilotes

El pandeo en los micropilotes se puede verificar mediante un análisis Euleriano del cual se determina la carga crítica de pandeo P_k .

$$P_k = 2 * \sqrt{W * D_p * E * J}$$

Dónde:

P_k : Es la carga crítica de pandeo (Kgf).

W: Es el peso combinado del suelo que se encuentra entre los pilotes y el peso del cabezal (Kg).

D_p : Es el diámetro del micropilote (cm).

E: Es el módulo de elasticidad del tubo estructural de acero (Kg/cm²).

J: Es el momento polar de inercia a la sección transversal del tubo estructural de acero (cm⁴).

En la mayoría de los casos, la capacidad del micropilote no está limitada por el pandeo. Pero en suelos muy suaves se hace necesario realizar este tipo de análisis si se desea instalar los micropilotes. Si la posibilidad de pandeo existe, se deberá incrementar el diámetro de los micropilotes o bien dejar un encamisado de manera permanente.

También se hace necesario considerar el efecto del pandeo cuando se realiza una excavación y parte de los micropilotes quedan expuestos, en estos casos se deben apuntalar horizontalmente los micropilotes.

2.6.1.6 Falla de adherencia entre el suelo y la lechada

En el caso de los micropilotes inyectados con lechada de cemento, la fricción lateral es función de la adherencia entre el suelo y la lechada. Es por ello que se debe tener especial cuidado con la calidad y la técnica constructiva del proceso de inyección.

La fricción lateral se puede mejorar por tres factores principales como resultado de la presión de la lechada:

- Aumento en el diámetro.
- Aumento en la presión lateral alrededor del micropilote.
- Incremento en la resistencia del suelo.

2.6.1.7 Inclinación de los micropilotes

Los micropilotes se construyen inclinados con la finalidad de absorber fuerzas horizontales, tanto sísmicas, como de empuje lateral de tierras o bien empuje hidrodinámico.

La fuerza horizontal es absorbida por el sistema, en función del grado de inclinación de los micropilotes. Además, la inclinación permite eliminar el estado de sollicitaciones a flexión, que en el caso de pilotes convencionales, es uno de los parámetros que rige el diseño y dimensionamiento.

Por la esbeltez que presentan los micropilotes, se podría asumir que sólo son capaces de soportar esfuerzos normales, pero cuando se colocan inclinados empiezan a absorber carga horizontal.

2.6.1.8 Equipo para la construcción de micropilotes

El equipo empleado para mezclar y bombear la lechada, debe de ser diseñado específicamente para este propósito, debido a las altas presiones involucradas en todos los equipos, incluyendo mangas, acoples, medidores y tuberías. Para estas presiones, estos equipos deben de ser capaces de operar a los máximos requerimientos establecidos según especificaciones.

2.6.2 Selección de los parámetros geotécnicos

No siempre se disponen de los datos necesarios por Ensayos Directos. Si no los hay, se asignan desde los bancos de datos o desde el conocimiento del suelo. Es prescindible la justificación desde el cálculo. Se debe huir de cálculos sofisticados a partir de programas informáticos, al menos en los tanteos previos.

Se debe modelar el terreno con los siguientes parámetros:

- Potencia de cada capa.
- Clasificación: Granular, cohesivo o de transición.
- Posición del nivel freático.
- Suelo seco, húmedo, saturado o sumergido.
- Valor asignado del SPT medio.
- Humedad y densidad seca.
- Ángulo de fricción y la cohesión del suelo.

Si no conocemos como es habitual el peso específico de las partículas sólidas, se recomienda tomar: $S = 2.7 \text{ T/m}^3$

Con estos datos calcularemos las densidades antes citadas en cada capa.

El resto de los parámetros geotécnicos para el uso de cimentaciones profundas de los datos citados son en general función del ángulo de rozamiento adoptado, por lo que se deben extremar las precauciones al adoptar este parámetro.

2.6.3 Métodos de diseño

2.6.3.1 Experiencias de Gouvenot

“Dentro de los distintos métodos de cálculo y haciendo un poco de historia, se puede citar a Gouvenot (1973), quién analizando resultados de ensayos de carga sobre estructuras de anclajes y sobre micropilotes, obtuvo rangos de valores para la tensión de fricción para diferentes tipos de suelos, basados en el ángulo de fricción (ϕ), en la cohesión no drenada (C_u) y en una presión de confinamiento S_0 de 1,5 kg/cm². Esto quiere decir que el micropilote es del tipo “IGU” y que la presión de inyección se llevó por lo menos a un valor de 1,5 kg/cm²” (Leoni, 2015).

Se dividió las condiciones de suelo en tres tipos diferentes según el ángulo de fricción (ϕ), la cohesión no drenada (C_u) y la presión de confinamiento S_0 para cada tipo de suelo se obtuvo una ecuación de fricción unitaria al fuste (q_s) diferente.

Tipo I: Arenas y gravas con $35^\circ < \phi < 45^\circ$ y $C_u=0$

$$q_s = S_0 * \tan(\phi)$$

Tipo II: Arenas limosas finas y sueltas con $20^\circ < \phi < 30^\circ$ y $0.1 < C_u < 0.5 \text{ Kg/cm}^2$

$$q_s = S_0 * \tan(\phi) + C_u$$

Tipo III: Arcillas con $\phi = 0$ y $0.5 < C < 2 \text{ Kg/cm}^2$

$$q_s = C_u \quad \text{para: } 0.5 < C_u < 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_s = 1 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{para: } 1 \leq C_u < 2 \text{ Kg/cm}^2$$

2.6.3.2 Método tradicional para micropilotes

Este método fue planteado por Lizzi (1985), para lo cual se hace uso de la siguiente ecuación:

$$P_u = \pi * D_n * L * K * I$$

Dónde:

- Pu: Carga última del micropilote a compresión
- Dn: Diámetro nominal de micropilote
- L: longitud del micropilote
- K: coeficiente que representa el rozamiento por el fuste
- I: coeficiente adimensional que depende del diámetro del micropilote.

CUADRO 2.3: Valor de resistencia por el fuste K. (Botello, 2015)

TIPO DE SUELO	K (Kpa)
Suelo muy blando	50
Suelo blando	100
Medianamente compacto	150
Muy compacto, arenas y gravas	200

CUADRO 2.4: Valor del coeficiente I. (Botello, 2015)

DIÁMETRO DEL MICROPILOTE	I
10 cm	1.00
15 cm	0.90
20 cm	0.85
25 cm	0.80

Se observa que la resistencia por el fuste utilizada puede exceder del valor máximo que suele admitirse para los pilotes convencionales que es de 100 Kpa. La diferencia es asignada por Lizzi debido al contacto estrecho entre pilote y terreno y al diámetro real, que es mayor que el nominal.

2.6.3.3 Método de Bustamante y Doix (1985)

El método se basó en el ensayo de numerosos anclajes y micropilotes, se refiere a las categorías de inyección IGU (una fase única) o IRS (varias fases).

La carga límite de un micropilote (como la de un pilote) a compresión se calcula de la siguiente manera:

$$Q_L = Q_S + Q_P$$

Dónde:

- Q_L: Carga límite en cabeza
- Q_S: Resistencia límite por el fuste
- Q_P: Resistencia límite por la punta

Determinación de la resistencia por el fuste (Q_S):

$$Q_S = \pi * D_S * L_S * q_S$$

Dónde:

D_S : Diámetro medio real del bulbo del micropilote

L_S : Longitud del fuste del micropilote

q_S : Resistencia unitaria por el fuste (ver figura 2.11)

Determinación de la resistencia por la punta (Q_P):

$$Q_P = \frac{\pi}{4} * D_S^2 * K_P * P_L$$

Dónde:

D_S : Diámetro medio real del bulbo del micropilote.

K_P : Coeficiente de capacidad de carga de soporte por punta. (ver cuadro 2.6)

P_L : Presión límite del suelo al nivel de la punta, obtenida con el ensayo presiométrico de Menard.

Para determinar el diámetro medio real del bulbo del micropilote: $D_S = \alpha * D_n$

Dónde:

α : Coeficiente de magnificación que estima la expansión del suelo por la presión de la lechada y depende del tipo de suelo y del tipo de micropilote. (ver cuadro 2.5)

D_n : Diámetro nominal de la perforación.

En virtud de que la capacidad de carga de la punta por lo general se ubica en un valor comprendido entre el 15 % y el 20 % de la resistencia total del fuste, se puede simplificar los cálculos haciendo:

$$Q_P = 0.15 * Q_S$$

CUADRO 2.5: Valores del coeficiente α (Botello, 2015)

SUELOS	COEFICIENTE α	
	IRS	IGU
Grava	1.80	1.3 a 1.4
Grava arenosa	1.6 a 1.8	1.2 a 1.4
Arena gruesa	1.4 a 1.5	1.1 a 1.2
Arena mediana	1.4 a 1.5	1.1 a 1.2
Arena fina	1.4 a 1.5	1.1 a 1.2
Arena limosa	1.4 a 1.5	1.1 a 1.2
Limo	1.4 a 1.6	1.1 a 1.2
Arcilla	1.8 a 2.0	
Marga	1.80	1.1 a 1.2
Roca alterada o fragmentada	1.2 a 1.8	1.10

CUADRO 2.6: Coeficiente de capacidad de soporte por punta (Botello, 2015).

TIPO DE SUELO	K_p
Arenas y gravas	1.20
Arcillas	1.60
Arcillas limosas	1.80
Rocafragmentada	1.50

Los valores de la resistencia unitaria por el fuste q_s pueden tomarse de las figuras que aparecen en el Documento que Bustamante público. Por último, para aplicar el método de Bustamante es preciso que efectivamente se realice una inyección a presión y que los volúmenes teóricos del bulbo previsto debe inyectarse entre un 50% a 100% más sobre el volumen teórico para compensar las pérdidas de lechada por exudación en el terreno, las “pérdidas ligadas a la técnica de inyección” y para poder “tratar el suelo en la inmediata periferia del bulbo”.

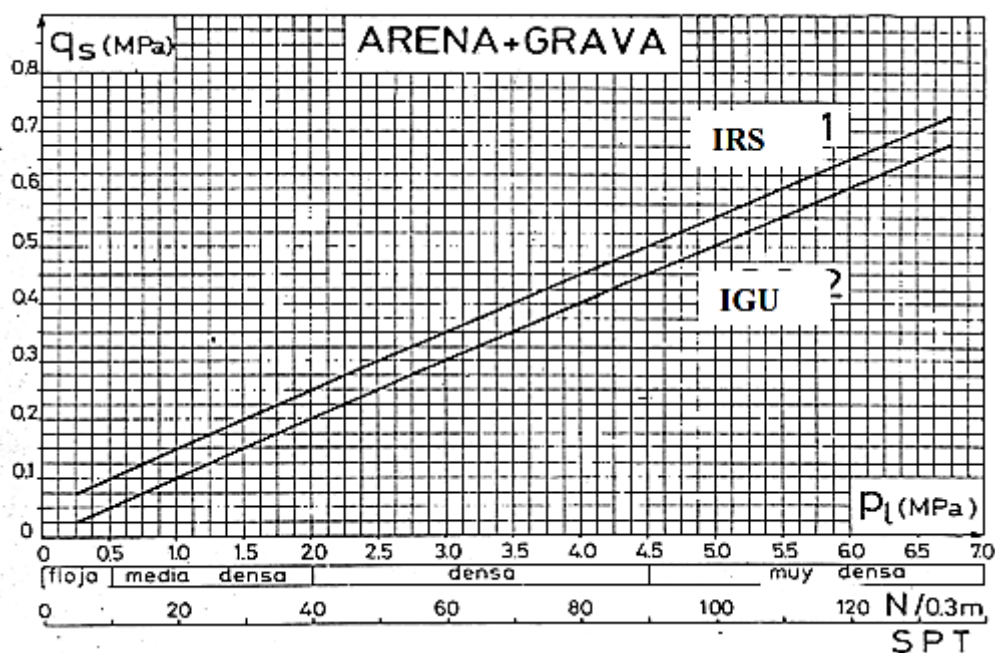


FIGURA 2.12: Gráfico para el cálculo del q_s para arenas y gravas (Leoni, 2015)

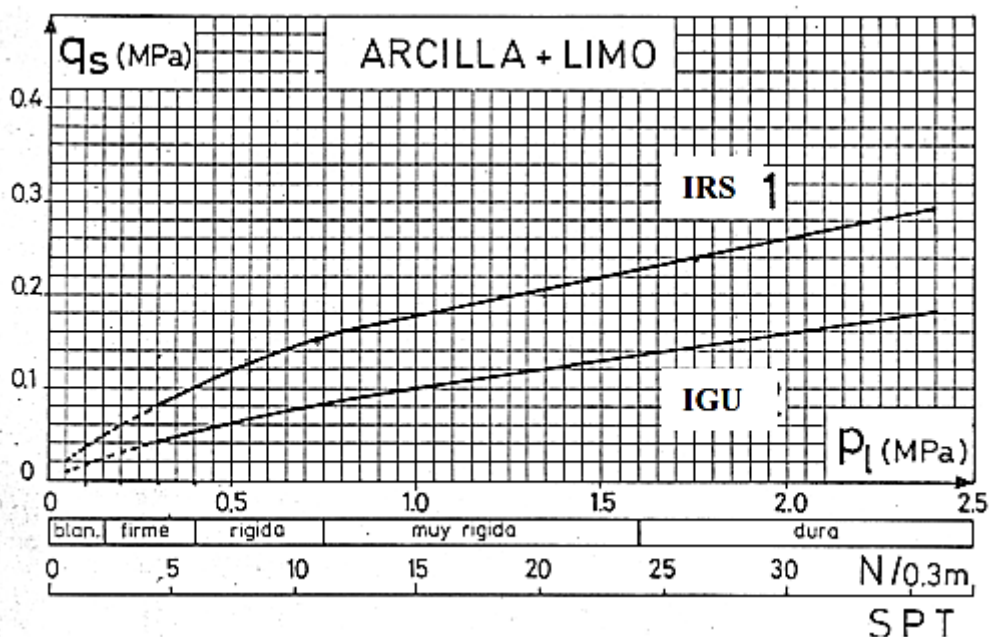


FIGURA 2.13: Gráfico para el cálculo de q_s para arcillas y limos (Leoni, 2015)

Del análisis de la figura 2.12 y 2.13, podemos aproximar los valores de "qs" para el sistema IRS o IGU, en función de la presión límite P_l obtenido del ensayo presiométrico de Menard, o en función del valor "N60" del ensayo normal de penetración (SPT).

Finalmente y con respecto al coeficiente de seguridad a adoptar para el elemento diseñado se dará de acuerdo al cuadro siguiente.

CUADRO 2.7: Factores de seguridad para fundaciones de micropilotes (Botello, 2015).

Tipo de Fundación	Tensión		Compresión	
	Temporal	Permanente	Temporal	Permanente
Anclaje	1.80	2.00	--	--
Micropilote	2.00	2.5 a 3	1.80	2.00

2.6.3.4 Método convencional

Propuesto por AETESS (Asociación de empresas de la tecnología del suelo y subsuelo), en rigor la resistencia de un micropilote viene dado por:

$$P_N = \frac{1}{F_1} * (\pi * D * L * q_s * \frac{1}{F_2} + \frac{\pi}{4} * D^2 * q_p * \frac{1}{F_3})$$

Dónde:

P_N : Carga nominal del micropilote.

F_1 : Factor de mayoración de cargas.

F_2, F_3 : Coeficiente de seguridad de fuste y punta.

D : Diámetro nominal (de perforación)

L : longitud.

q_s : Rozamiento por el fuste.

q_p : Carga de hundimiento por la punta

Los valores de los coeficientes de seguridad parciales propuestos por Oteo (2001) son:

F_2 : 1.50 a 2.00

F_3 : 3.00 a 4.00

CUADRO 2.8: Valores del coeficiente de F_1 propuesto por Oteo (Alvarado y Segovia, 2004)

F1	RESPONSABILIDAD	IMPORTANCIA ECONOMICA
1.25	Poca	Poca
1.40	Poca	Bastante
1.50	Grande	Grande

La resistencia por fuste para cada estrato del suelo se puede calcular con la siguiente expresión:

$$q_s = \frac{C}{F_c} + \frac{(\sigma_v + \sigma_{iny}) * \tan(\phi)}{F_\phi}$$

Dónde:

q_s : Resistencia al fuste

C: Cohesión efectiva.

σ_v : Presión vertical efectiva antes de la construcción del micropilote.

σ_{iny} : Sobre presión de inyección efectiva.

ϕ : Ángulo de fricción.

F_c, F_ϕ : coeficientes de seguridad de cohesión y fricción.

En términos generales pueden adoptarse los siguientes valores de los coeficientes parciales de seguridad para cohesión y rozamiento (Oteo, 2003)

$$F_c = 1.25 \text{ a } 1.60 \quad F_\phi = 1.25 \text{ a } 1.35$$

Debido que la resistencia por punta es mucho menor que la resistencia por fuste y en micropilotes largos puede no llegar a moverse siendo este prácticamente cero. Por lo tanto se puede despreciar la resistencia de punta.

Por tanto la resistencia del micropilote es:

$$P_N = \frac{1}{F_1} * \pi * D * L * q_s$$

Si no se llega a contar con la información geotécnica necesaria se puede utilizar los ábacos de Bustamante para determinar la resistencia al fuste (q_s).

2.6.4 Tope estructural del micropilote

“El tope estructural viene a ser el máximo valor que puede tomar la carga de servicio del micropilote, por ello se debe verificar que los esfuerzos que las tensiones de los materiales que componen el micropilote (lechada de cemento y acero) se mantengan en niveles aceptables.

Es conveniente entonces, para un mejor aprovechamiento de los materiales y desde el punto de vista económico, determinar el valor del tope estructural del elemento que se proyecta y luego darle al micropilote la longitud necesaria para que la carga admisible sea muy similar, aunque menor, al valor del tope estructural” (Leoni, 2015).

Se tiene la siguiente ecuación para el cálculo del tope estructural:

$$T = 0.25 * f_{ck} * B + 0.40 * f_{yk} * A$$

Dónde:

T: Tope estructural

B: Sección del mortero.

A: Sección del acero.

f_{ck} : Resistencia característica del concreto $0.25 * f_{ck} \leq 6$ Mpa.

f_{yk} : Resistencia característica del acero $0.40 * f_{yk} \leq 140$ Mpa.

2.7 EJECUCIÓN DE MICROPILOTES

2.7.1 Operaciones básicas

La construcción de micropilotes implica una sucesión de procesos y siendo las operaciones básicas más significativas las siguientes fases:

Perforación del terreno

Colocación del refuerzo

Inyección del micropilote

Conexión con la estructura o con el resto de los micropilotes mediante un encepado. Estas fases se observan gráficamente en la figura 2.14.

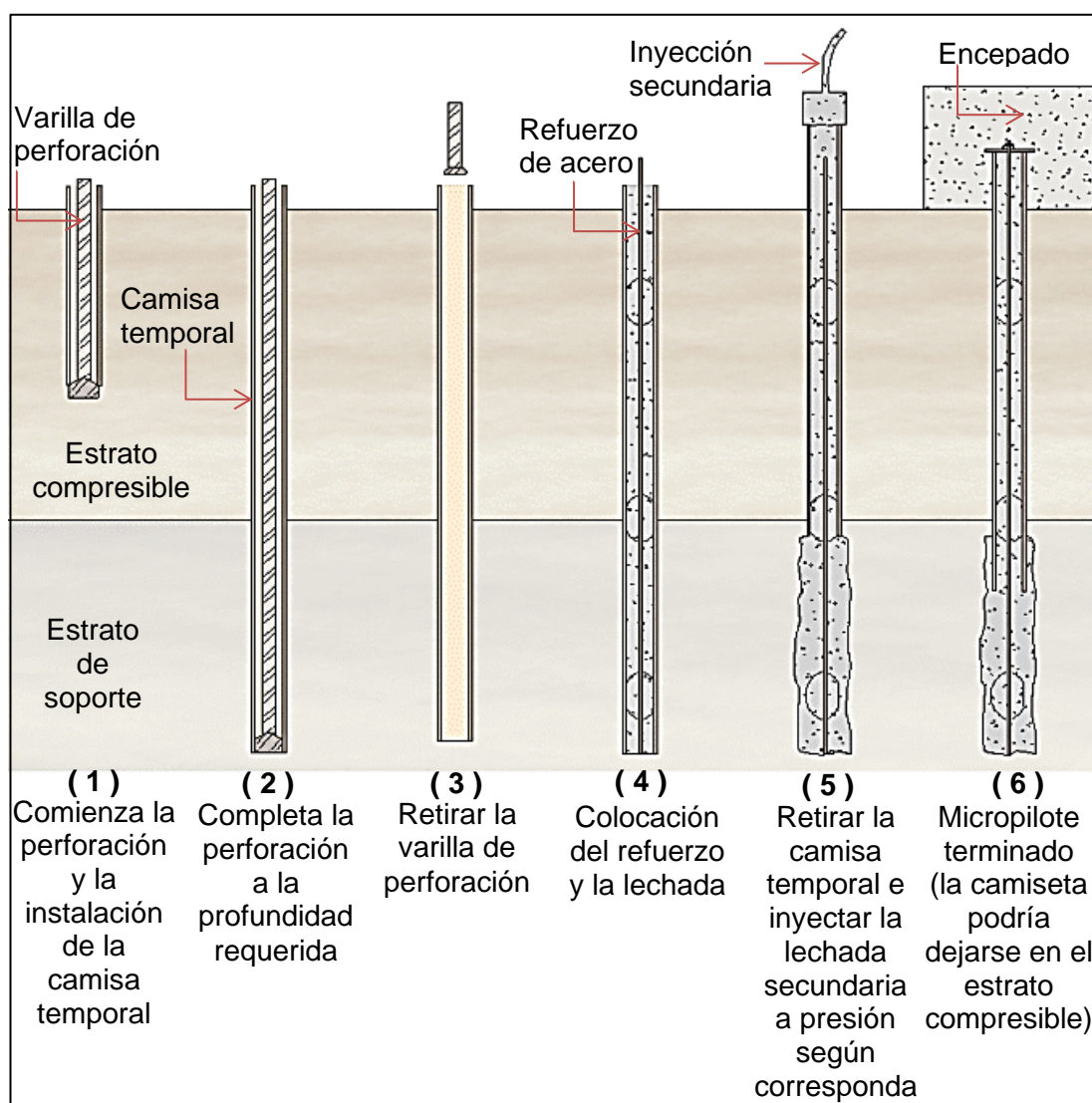


FIGURA 2.14: Secuencia típica de la construcción de micropilotes (FHWA, 2000)

2.7.2 Perforación

La mayoría de los métodos de perforación probablemente sean aceptables siempre que puedan formar un agujero estable, con las dimensiones requeridas, las tolerancias establecidas y sin perjuicio de su entorno.

Por ello es importante para la elección del método de perforación conocer bien las condiciones del terreno y los efectos del método de perforación dentro de su entorno, ya que tiene restricciones muy diferentes realizarlo en un sitio urbano que puede estar cerca de edificios antiguos o deteriorados que para nuevas fundaciones en campo abierto.

Las perforaciones se efectuarán respetando las posiciones, diámetros, longitudes e inclinaciones, indicadas en los planos del proyecto.

El diámetro del taladro debe garantizar el recubrimiento mínimo de la armadura tubular a lo largo de todo el micropilote.

“Salvo justificación expresa en otro sentido, el equipo de perforación deberá realizar las perforaciones con las siguientes tolerancias:

- La posición del eje de la boca de la perforación no deberá estar desplazada más de cincuenta milímetros (50 mm) respecto de su posición teórica.
- Respecto al diámetro nominal del micropilote D , previsto en el proyecto, su posible reducción, fundamentalmente debida al desgaste de las brocas de perforación, deberá ser inferior o igual a dos milímetros ($\Delta D \leq 2$ mm) Se verificará cada vez que se cambie la broca de perforación o cuando se observe un desgaste apreciable.
- La longitud de la perforación no debe diferir en más de veinte centímetros ($\Delta L \leq 20$ cm) de la indicada en el proyecto. Esta verificación se efectuará en al menos un veinte por ciento (20%) de las perforaciones.
- Respecto a la inclinación del taladro, no se deberá desviar más de dos grados sexagesimales ($\Delta i \leq 2^\circ$) respecto de la teórica. Se efectuará en al menos un cinco por ciento (5%) de las perforaciones.” (Ministerio de Fomento, 2005).

Perforadoras

Las perforadoras típicamente usadas son unidades hidráulicas rotatorias (eléctricas o a petróleo) Estos generalmente son montadas sobre orugas, esto permite maniobrabilidad en terrenos difíciles e inclinados.

El tamaño de las perforadoras pueden variar mucho, los más grandes permiten el uso de varillas de perforación más largas y son usados a campo abierto mientras que las más pequeñas que permiten trabajar en lugares más bajos, lugares difíciles de alcanzar, áreas de accesos limitado y bajo sótanos de edificios.

A continuación se muestra las partes de las perforadoras más habituales (ver figura 2.15):

1. Mástil de perforación o guidera.
2. Bastidor.
3. Tren de rodaje.

4. Unidad de potencia
5. Acopio de armaduras tubulares.
6. Longitud de varillaje, armadura o entubación
7. Altura máxima de la torre
8. Varillaje/entubación

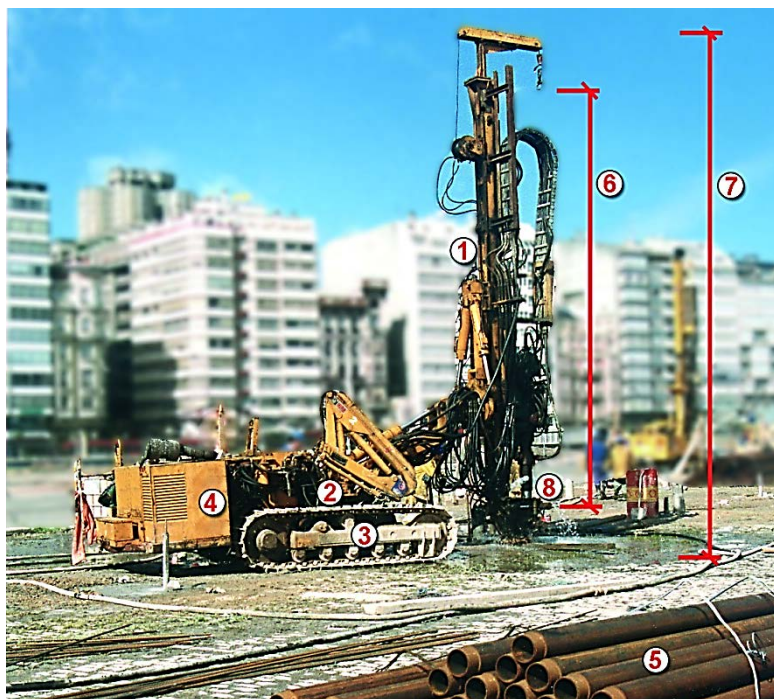


FIGURA 2.15: Partes de las perforadoras (Ministerio de Fomento de España, 2005)

2.7.3 Colocación del refuerzo

La cantidad de refuerzo de acero es determinada por la carga de soporte y la rigidez requerida del micropilote para limitar su desplazamiento elástico. El refuerzo de los micropilotes puede consistir de una sola barra, grupo de barras o refuerzos tubulares.

El refuerzo es colocado a la mayor brevedad posible una vez terminado la perforación, el refuerzo puede colocarse ya sea antes de la inyección de la lechada o después de esta antes de que se retire la camisa temporal (si se utiliza). El refuerzo debe de estar limpio de sustancias nocivas tales como polvos superficiales y lodos que puedan contaminar la lechada.

Para garantizar el adecuado recubrimiento del refuerzo se hará uso de centradores a cada 3 metros de la longitud del refuerzo (mínimo 2 centradores),

Es recomendable que el refuerzo quede a una distancia mínima de 10 cm del fondo de la perforación (ver figura 2.16).

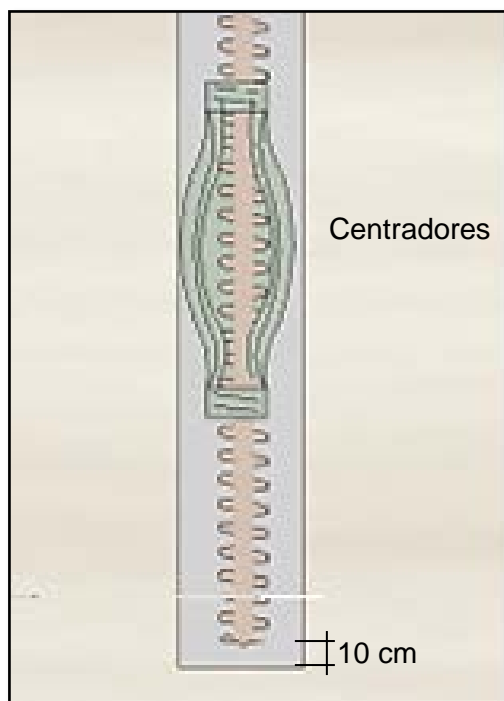


FIGURA 2.16: Colocación del refuerzo (FHWA, 2000)

Tipo de refuerzos:

A continuación se describen los distintos tipos de refuerzos a utilizar en los micropilotes:

Barras de refuerzo estándar: Conformado por aceros corrugados ASTM A615 y ASTM A706 con límites de elasticidad de 420 y 520 MPa respectivamente. Los diámetros de las barras varían desde 25 mm hasta 63 mm, puede utilizarse como refuerzo del micropilote una sola barra o un grupo de barras, pudiendo trabajar en paquetes o unidos por medio de un refuerzo helicoidal.

Para condiciones de sobrecarga bajas en la que no es factible la colocación de barras de longitud completa se pueden utilizar acopladores (empalme mecánico) ver figura 2.17.

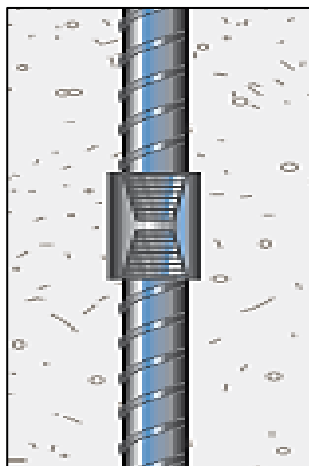


FIGURA 2.17: Empalmes mecánicos de barras de refuerzos (Catálogo nVent LENTON)

Barras de acero de rosca continua: Es un sistema empleado por Dywidag Systems International (DSI), este sistema denominado por DSI como micropilotes Gewi (Gewi Pile) usa como refuerzo un acero de alta resistencia de rosca continua y robusta (barra Gewi), es una opción común en todo el mundo el uso de estas barras como refuerzo de micropilotes.

Las barras Gewi están disponibles con longitud de fábrica de 11.80 m que pueden ser cortadas en cualquier longitud y unidas a través de acoples para micropilotes de mayor longitud, se cuenta también otros accesorios como tuercas, contratuercas y placas de anclaje como se observa en la figura 2.16.

Están disponibles en diámetros desde 19 mm hasta 63.5 mm en aceros ASTM A615 con límites de elasticidad de 420, 520, 550 MPa., siendo los más utilizados en el rango de 40 mm a 63.5 mm.

Las barras de acero de mayor resistencia ASTM A722 con una resistencia máxima de 1035 MPa. También son disponibles en diámetros de 26, 32 y 36 mm (Gewi plus).

En la figura 2.16 se observa los accesorios que usan las barras Gewi y en la cuadro 2.9 los datos técnicos de las barras Gewi.

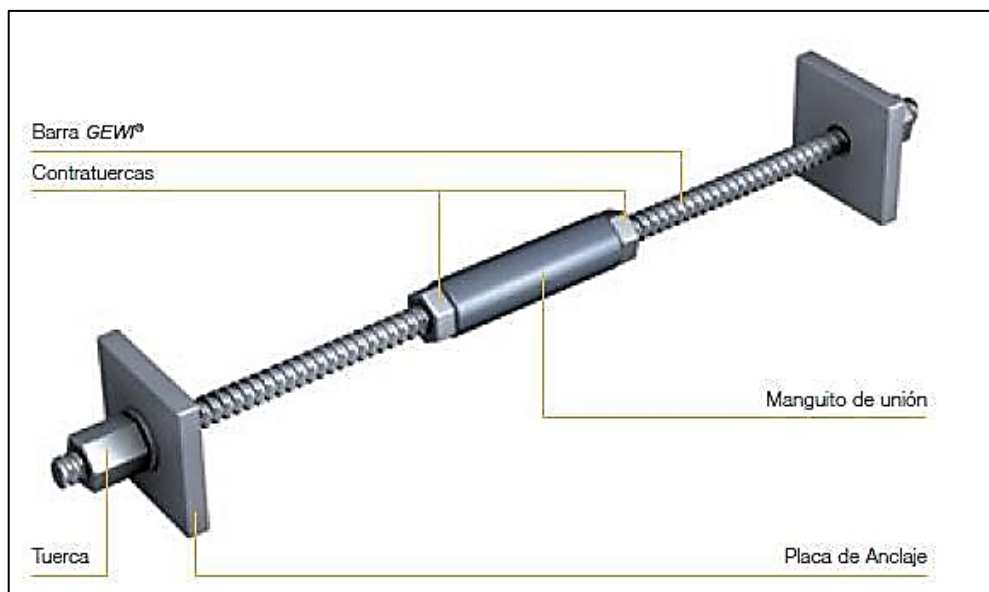


FIGURA 2.18: Barra Gewi y sus accesorios (Fichas técnicas Gewi)

CUADRO 2.9: Datos técnicos de barras Gewi (Fichas técnicas Gewi)

SISTEMA DE BARRAS GEWI B-500

TENSIÓN DE RUPTURA

(N/mm²) 550

TENSIÓN DE ELASTICIDAD

(N/mm²) 500

REFERENCIA	DIÁM. NOMINAL (mm)	ÁREA DE SECCIÓN (mm ²)	PESO (Kg/m)	PASO DE ROSCA (mm)	CARGA DE RUPTURA (KN)	CARGA DE ELASTICIDAD (KN)
GWB500S16	16.0	201.0	1.6	8	111.0	101.0
GWB500S20	20.0	314.0	2.5	10	173.0	157.0
GWB500S25	25.0	491.0	3.9	13	270.0	246.0
GWB500S28	28.0	616.0	4.8	14	339.0	308.0
GWB500S32	32.0	804.0	6.3	16	442.0	402.0
GWB500S40	40.0	1257.0	9.9	20	691.0	629.0
GWB500S50	50.0	1963.0	15.4	26	1080.0	982.0
GWB500S63	63.5	3167.0	24.8	21	1742.0	1584.0

Barras de acero de rosca continua y núcleo hueco: Son barras de acero de alta resistencia con rosca continua en toda su longitud que tienen un núcleo hueco se consideran en este tipo las barras DYWI Drill e ISCHEBECK TITAN, estos tipos de barras son parte de un sistema de micropilote autoperforante, el sistema consta de la barra y una broca de un solo uso que se monta en la punta de esta, la

inyección se puede realizar de forma simultánea con la perforación o al final de la misma.

El hilo continuo permite que la barra se corte, se acople y el uso de tuerca hexagonal para la conexión en el encepado (ver figuras 2.19 y 2.20).

El principal inconveniente de este tipo de refuerzo es el costo más alto.



FIGURA 2.19: Barras DYWI Drill (Fichas técnicas Gewi)



FIGURA 2.20: Barras ISCHEBECK TITAN (Fichas técnicas ISCHEBECK TITAN)

Tubo de acero: Debido a la tendencia de que los micropilotes puedan soportar cargas más altas, bajo desplazamientos y sostener cargas laterales las tuberías de acero como refuerzo se vuelven más comunes. Las tuberías de acero como refuerzo proporcionan una sección con áreas significativas para soportar cargas altas, contribuir en la rigidez, proporcionan una alta resistencia al corte y además de una capacidad de flexión razonable para resistir cargas laterales.

La camisa del micropilote puede trabajar como refuerzo permanente o se puede colocar un tubo de menor diámetro dentro de la camisa temporal.

El uso de la camisa como refuerzo en toda su longitud es típico solo para micropilotes fundados en roca, donde la extracción de la camisa para la inyección no es necesaria.

Refuerzos compuestos: La camisa del micropilote puede ser retirado parcialmente y ser usado como refuerzo de longitud parcial, y para refuerzo de la parte inferior se hace uso de una barra de acero. La barra de refuerzo puede extenderse a la parte superior del micropilote para soportar cargas de tensión (ver figura 2.21).

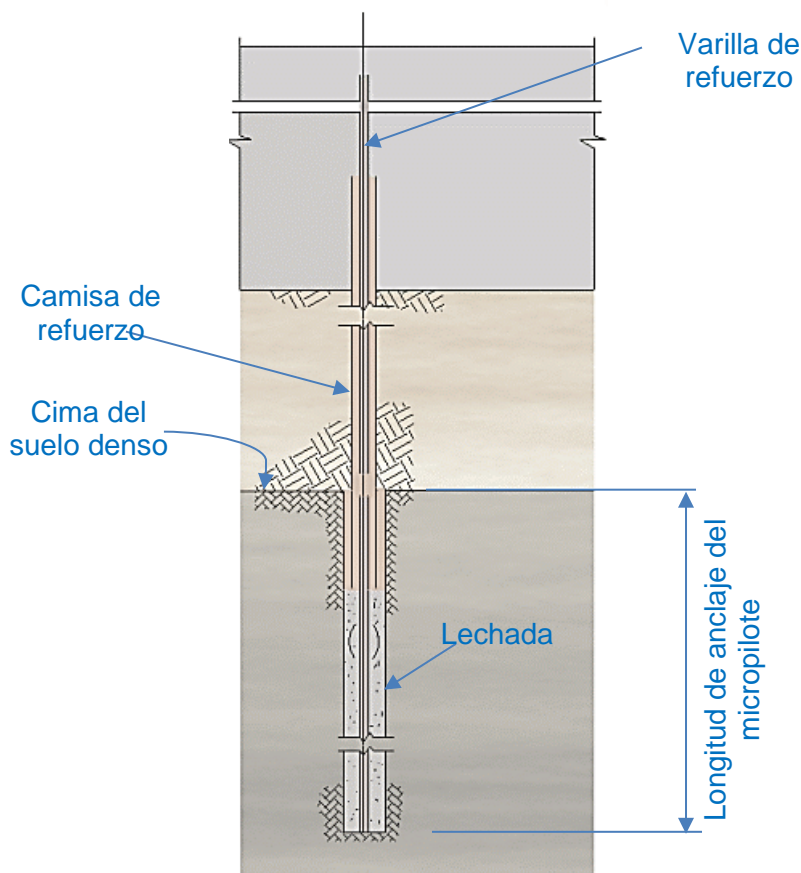


FIGURA 2.21: Detalle de micropilote con refuerzo compuesto (FHWA, 2000)

2.7.4 Inyección del micropilote

Después de realizar la perforación y colocación de la armadura, deberá a procederse a realizar la inyección del micropilote a la mayor brevedad posible.

Las operaciones de inyección tiene un gran impacto en la capacidad del micropilote, los parámetros de inyección (presión, caudal, etc.) deben ser definidos en el proyecto.

El tiempo transcurrido entre la perforación, colocación del refuerzo y la inyección debe ser el menor posible y nunca mayor de 24 horas entre estos procesos.

Generalmente en el mezclado primero se agrega primero el volumen de agua medido, seguido del cemento y luego el agregado y/o aditivo si corresponde, en general es recomendable que la lechada se mezcle por un mínimo de dos minutos. La lechada debe inyectarse dentro de un tiempo máximo después de la mezcla de 1 hora en el peor de los casos.

Maquinaria de inyección

El equipo de inyección consta básicamente de una mezcladora, un agitador y una bomba de inyección (ver figura 2.23).

Las lechadas de mayor calidad, en términos de sus propiedades de fluidez y fraguado, son producidas por mezcladoras coloidales de alta velocidad y alto cizallamiento a diferencia de las mezcladoras de baja velocidad y de baja energía como las que depende de paletas. Las mezcladoras coloidales obtienen un producto terminado que exhibe propiedades coloidales y es prácticamente inmiscible en agua, en la figura 2.22 se observa un esquema del funcionamiento de una mezcladora coloidal.

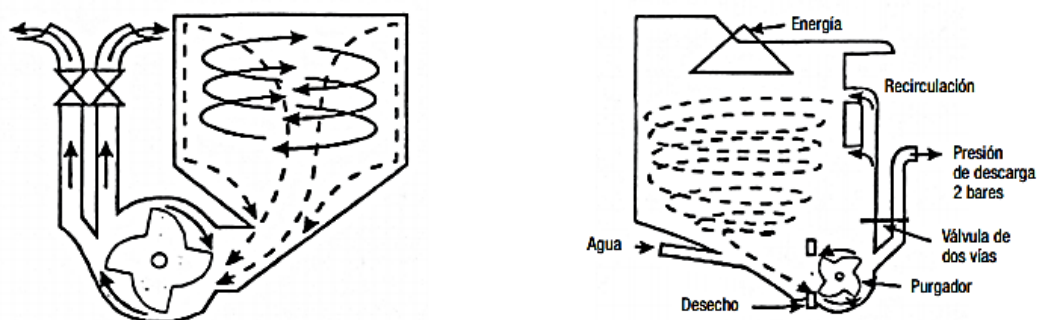


FIGURA 2.22: Esquema de mezcladora coloidal (catálogo ChemGrout)



CG-600
Planta de Inyección Coloidal

FIGURA 2.23: Planta de inyección coloidal (catálogo ChemGrout)

2.7.5 Conexión de los micropilotes con la estructura

Para realizar la conexión de los micropilotes se realizan mediante un encepado o viga de amarre, con el objetivo de transmitir las solicitaciones de la estructura a los micropilotes (ver figura 2.22).

En obras nuevas: se realizan por adherencia de la armadura del micropilote y el concreto del encepado esta adherencia se puede incrementar con:

- Conectores al tubo de refuerzo (chapas y/o barras corrugadas).
- Armaduras suplementarias de unión con la del encepado.
- Placas horizontales en la cabeza del refuerzo del micropilote.

En obras de recalce: se realiza también por adherencia, atravesando la cimentación existente, mediante superficie rugosa y con el empleo de pasadores metálicos.

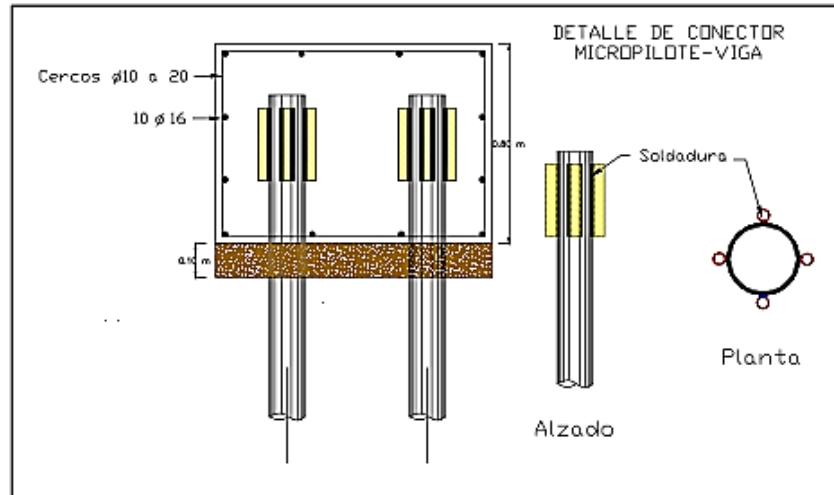


FIGURA 2.24: Detalle de conexión de micropilotes con la estructura.(Hernández, 2012)

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 CONSIDERACIONES DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Se tienen dos consideraciones de estudio que se realizarán en forma independiente una del otro, en primer lugar se verán los efectos de variar la esbeltez del micropilote ante cargas sísmicas y en segundo lugar se verán los efectos de variar el ángulo de inclinación de los micropilotes. Por lo que se tendrán dos parámetros de estudio en la optimización del comportamiento sísmico del micropilote: La esbeltez y el ángulo de inclinación.

Para el estudio de sus efectos de los dos parámetros mencionados (esbeltez y ángulo de inclinación) se hará uso de un análisis numérico de elementos finitos con ayuda del programa Plaxis 2D.

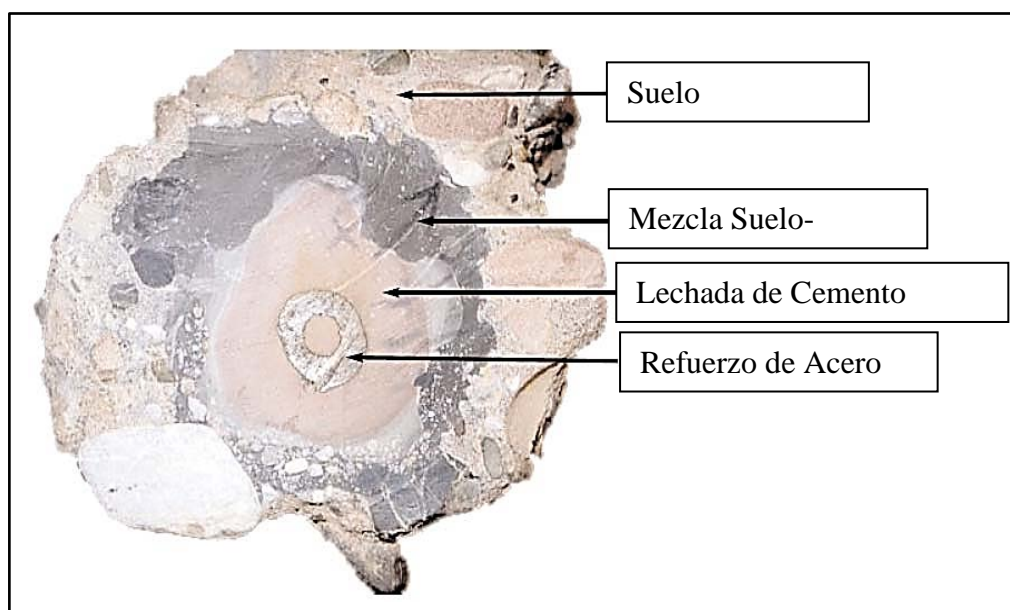


FIGURA 3.1: Sección de Micropilote TITAN (Fichas técnicas ISCHEBECK TITAN)

Una de las consideraciones más importante es el interfaz del suelo y el micropilote, se tiene que el micropilote del tipo C, que la inyección de la lechada de cemento se realiza a presión generando bulbos, en la figura 3.1 se muestra la sección transversal de un micropilote con refuerzo TITAN, se pueden observar las diferentes estructuras como: refuerzo de acero, Lechada de cemento, suelo cementado y suelo densificado. El soporte estructural está conformado por la

combinación del refuerzo de acero y la lechada de cemento, y teniendo como un interfaz el suelo cementado.

El suelo cementado tiene una mejora de sus propiedades, pero en el presente trabajo de investigación no lo tomaremos en cuenta.

3.1.1 Efecto de la esbeltez en el comportamiento sísmico del micropilote.

Se define como la esbeltez de un micropilote como la relación de su diámetro nominal y la longitud inyectada en el suelo (D/L), para ver el efecto de la esbeltez se hará variar las longitudes del micropilote manteniendo constante el diámetro nominal.

El efecto de la esbeltez se realizará solo para micropilotes verticales, de diámetro nominal de 0.20 m, que estarán conectadas rígidamente a la zapata de concreto armado que soportara una fuerza concentrada proveniente del peso de un edificio. Para realizar las comparaciones al variar la esbeltez del micropilote (variación de la longitud manteniendo constante el diámetro nominal), el peso aplicado sobre la zapata será proporcional a las longitudes del micropilote es decir los micropilotes de 5, 10 y 15 metros de longitud, se asume una carga de 35.2 Toneladas para el micropilote de 5 m. de longitud y con el fin de poder hacer las comparaciones es necesario que las cargas aplicadas para los micropilotes de 10 y 15 metros sean proporcionales a sus longitudes es decir de $35.2 \times 2 = 70.4$ y $35.2 \times 3 = 105.6$ toneladas fuerza como se aprecia en el cuadro 3.1.

CUADRO 3.1: Micropilotes a usar para ver el efecto de esbeltez (Elaboración propia)

MICROPILOTE	DIAMETRO NOMINAL (m)	LONGITUD (m)	ESBELTEZ D/L	CARGA APLICADA (Tonelada)
1	0.20	5	0.04	35.2
2	0.20	10	0.02	70.4
3	0.20	15	0.01	105.6

3.1.2 Efecto del ángulo de inclinación en el comportamiento sísmico del micropilote.

Es lógico pensar que los micropilotes inclinados trabajan mejor ante cargas sísmicas ya que estas son por lo general cargas horizontales, pero la pregunta es qué tan inclinadas deben de estar los micropilotes para obtener un óptimo desempeño ante un sismo. Por ello el presente trabajo de investigación se hará variar este Angulo de inclinación " α_p " (0° , 5° , 15° , 30° , 45° y 60°) para un par de micropilotes, de diámetro nominal de 0.20 m. y con una longitud de 10 m., que estarán conectadas rígidamente a una zapata de concreto armado que soporta una fuerza concentrada proveniente del peso del edificio de 40 Toneladas como se muestra en el cuadro 3.2.

Se define al ángulo de inclinación de un micropilote como el ángulo formado por la vertical y el micropilote como se muestra en la figura 3.2.

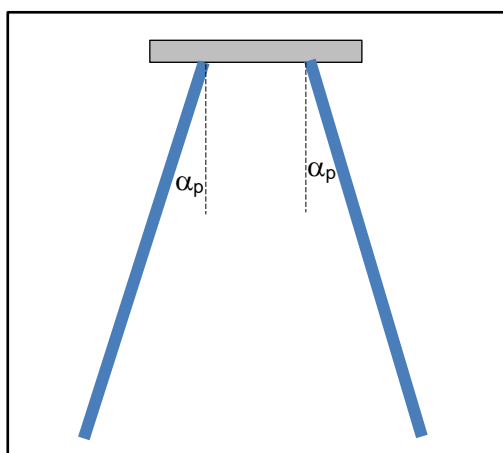


FIGURA 3.2: Esquema de micropilotes inclinados (Elaboración propia)

CUADRO 3.2: Micropilotes a usar para ver el efecto del ángulo de inclinación (Elaboración propia)

MICROPILOTE	DIAMETRO NOMINAL (m)	LONGITUD (m)	ANGULO DE INCLINACION	CARGA APLICADA (Tonelada)
1	0.20	10	0°	40
2	0.20	10	5°	40
3	0.20	10	15°	40
4	0.20	10	30°	40
5	0.20	10	45°	40
6	0.20	10	60°	40

3.2 MODELOS CONSTITUTIVOS

Vienen a ser modelos numéricos que incorporados al método de elementos finitos intentan describir de manera aproximada el comportamiento de los suelos (esfuerzo-deformación).

Existen diversos modelos constitutivos para simular el comportamiento de suelos, a continuación se indican los modelos disponibles en Plaxis 2D:

- Modelo de Mohr-Coulomb
- Modelo para roca fracturada (Jointed Rock)
- Modelo de suelo con endurecimiento (Hardenig Soil)
- Modelo de suelo blando (Soft Soil Model)
- Modelo de suelo blando con fluencia (Soft soil Creep)

En el presente trabajo de investigación se hará uso del modelo de Mohr-Coulomb.

Modelo de Mohr-Coulomb:

“Este bien conocido modelo se utiliza como una primera aproximación al comportamiento del suelo en general. El modelo incluye cinco parámetros, a saber: el módulo de Young, E , el coeficiente de Poisson, ν , la cohesión, C , el ángulo de fricción, ϕ y el ángulo de dilatación, ψ ” (Brinkgreve, 2004).

El modelo de Mohr-Coulomb, debido a que sus parámetros son los más conocidos en la geotecnia viene a ser el más aplicado por ser muy básico y nos sirve como una primera aproximación para después poder refinar en caso se requiera.

3.3 PROGRAMA DE ELEMENTOS FINITOS PLAXIS 2D

PLAXIS es un programa de ordenador de elementos finitos bidimensionales diseñado específicamente para la realización de análisis de deformación y estabilidad de problemas geotécnicos. Las situaciones modelables corresponden a problemas de deformación plana o con axisimetría. El programa utiliza una interfaz gráfica que permite a los usuarios generar rápidamente un modelo geométrico y una malla de elementos finitos basada en una sección transversal vertical representativa del problema que se trate. Es necesario que los usuarios estén familiarizados con el entorno Windows.

La interfaz de usuario está constituido por cuatro subprogramas (Input (Entrada), Calculations (Cálculos), Output (Resultados) y Curves (Curvas)). (Brinkgreve, 2004). A continuación se realizará una breve descripción del programa Plaxis 2D:

3.3.1 Información general

Sistema de unidades: El sistema de unidades adoptados por el programa Plaxis 2D son dos, es el sistema internacional y el británico, el usuario tiene la opción de definir las unidades básicas de longitud, fuerza y tiempo.

En el cuadro 3.3 se observan las unidades que se usan en el programa Plaxis 2D donde el usuario puede definir para la longitud (m, mm, in, ft), fuerza (N, KN, lb, Klb) y para el tiempo (segundos, minutos, horas, tiempo).

CUADRO 3.3: Unidades que utiliza Plaxis 2D (Brinkgreve, 2004)

		Estándar		Británico	
Unidades básicas:	Longitud	metro	[m]	pie	[ft]
	Fuerza	Kilonewton	[KN]	Kilolibra	[Klb]
	Tiempo	día	[día]	segundo	[sec]
Geometría:	Coordenadas	[m]		[ft]	
	Desplazamiento	[m]		[ft]	
Propiedad de los materiales:	Módulo de Young	[Kpa] = [KN/m ²]		[kips] = [Klb/ft ²]	
	Cohesión	[Kpa]		[kips]	
	Angulo de fricción	[grado]		[deg]	
	Ángulo de dilatación	[grado]		[deg]	
	Peso unitario	[KN/m ³]		[Klb/ft ³]	
	Permeabilidad	[m/día]		[ft/sec]	
Fuerzas y tensiones:	Cargas puntuales	[KN]		[Klb]	
	Cargas lineales	[KN/m]		[Klb/ft]	
	Cargas repartidas	[Kpa]		[kips]	
	Tensiones	[Kpa]		[kips]	

Convención de signos: el programa Plaxis 2D genera su modelo geométrico en el plano X-Y de un sistema de coordenadas global, y la dirección dl eje z quedaría perpendicular a la pantalla y saliendo de este.

A pesar que el programa realiza análisis en 2 dimensiones los esfuerzos están basados en un sistema de coordenada de 3 dimensiones como se observa en la figura 3.3.

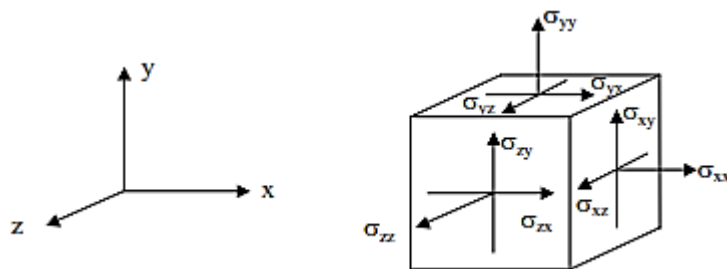


FIGURA 3.3: Sistema de coordenadas y representación de las componentes positivas de los esfuerzos (Brinkgreve, 2004).

Se debe tener en cuenta que el programa nos da como salida de resultados a los esfuerzos a compresión como positivos y a los esfuerzos a tracción como negativos.

3.3.2 Subprograma IMPUT

“Este subprograma contiene todos los dispositivos necesarios para crear y modificar un modelo geométrico, así como para generar la correspondiente malla de elementos finitos y las condiciones de contorno. La generación de las condiciones iniciales se efectúa fuera del programa Input (Módulo de condiciones iniciales)” (Brinkgreve, 2004).

Al empezar el subprograma IMPUT, este da la opción de crear un proyecto nuevo (desde cero) o te abrir un proyecto ya existente, después es importante definir la configuración general donde se definen las unidades y el espacio de trabajo del modelo geotécnico. Además también se define el modelo y los elementos a usar para el análisis de elementos finitos.

Modelo: se tiene disponible dos modelos de elementos finitos: la de deformación plana (Plane Strain) y Axisimétrico (Axisymmetric), teniendo el programa a la primera por defecto.

Se observa en la figura 3.04 los dos tipos de modelos que tienen el programa Plaxis 2D, la deformación plana en casos que se refieran a secciones transversales (dirección Z) que se puedan considerar uniformes, y axisimétrico para estructuras circulares con una sección transversal circular uniformes.

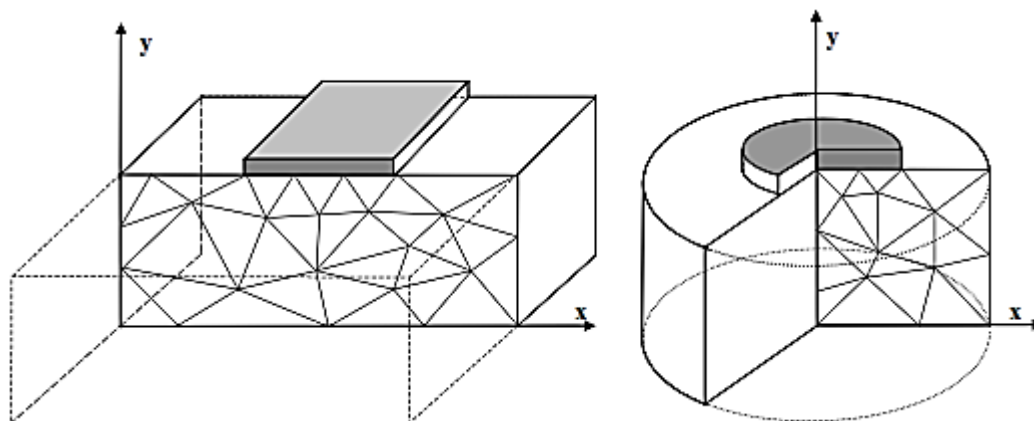


FIGURA 3.4: Ejemplo de un modelo de deformación plana y de un axisimétrico (Brinkgreve, 2004)

Elemento: el programa Plaxis 2D cuenta con elementos triangulares de 6 nodos y de 15 nodos (ver figura 3.5) para modelar los suelos u otros elementos que se desean modelar por el método de elementos finitos (como placas, muros). Por defecto el programa usa elementos de triángulos de 15 nodos.

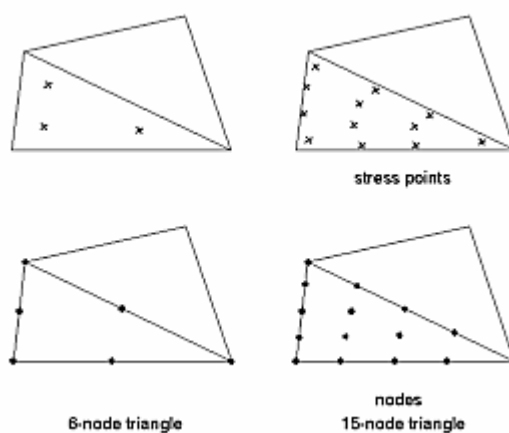


FIGURA 3.5: Posición de los nodos y puntos de tensión en los elementos (Brinkgreve, 2004)

Se observa en la figura 3.5 la diferencia entre los elementos de triángulos de 6 y 15 nodos, el triángulo de 6 nodos utiliza una interpolación de segundo orden para los desplazamientos y una integración numérica de 3 puntos de Gauss para los esfuerzos, mientras que el triángulo de 12 nodos tiene un grado de interpolación de cuarto orden y la integración numérica de 12 puntos de Gauss.

3.3.3 Subprograma CALCULATIONS

En este subprograma se define e inicia los cálculos a realizar mediante elementos finitos del modelo geotécnico definido en el subprograma IMPUT.

Se define las fases del proyecto con sus respectivos parámetros y el tipo de cálculo de cada fase, el programa Plaxis 2D cuenta con cuatro tipos de cálculos:

- Análisis plástico.
- Análisis de consolidación,
- Phi/c reducción.
- Análisis dinámico.

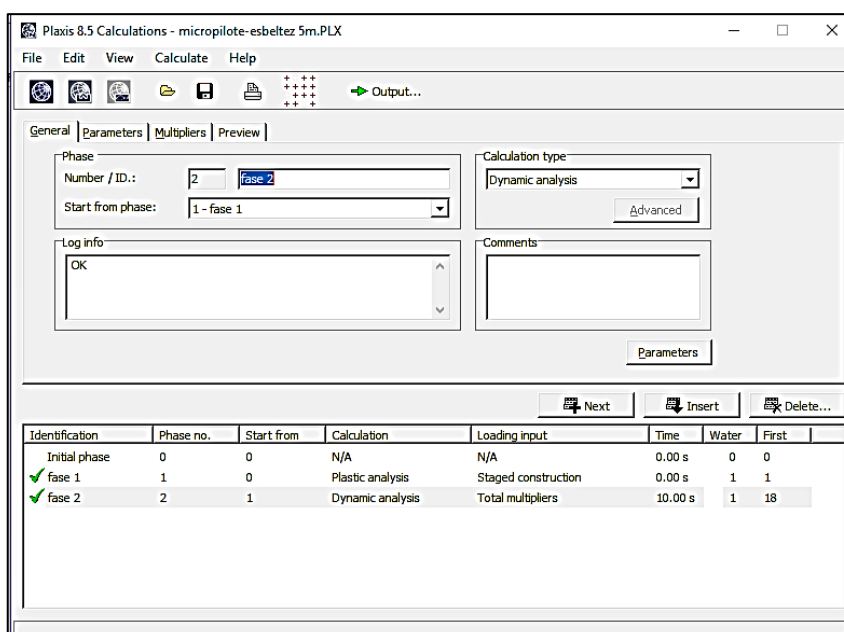


FIGURA 3.6: Ventana principal del programa CALCULATIONS.(Plaxis 2D)

3.3.4 Subprograma OUTPUT

En el programa OUTPUT se pueden ver y elaborar una lista de resultados para los suelos (deformaciones y esfuerzos) y para las placas (deformaciones y fuerzas tales como la axial, cortante y momentos flectores). Los resultados se muestran en forma gráfica y en tablas.

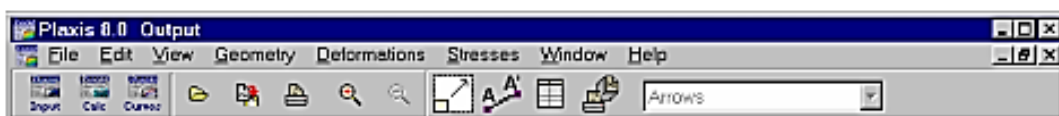


FIGURA 3.7: Barra de herramientas de la ventana principal del programa OUTPUT (Plaxis 2D)

3.3.5 Subprograma CURVES

El programa curves permite generar curvas de carga-desplazamiento, trayectoria de esfuerzos y diagrama esfuerzo-deformación del proyecto definido y calculado. Para generar curvas se deben definir puntos previos en el subprograma Calculations.

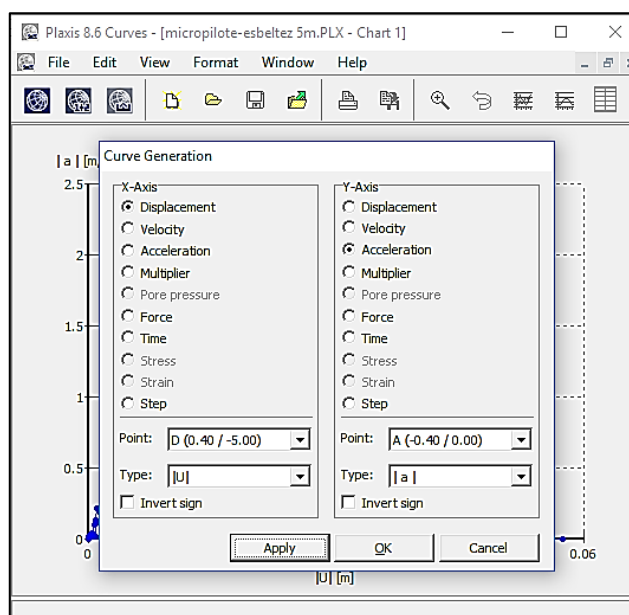


FIGURA 3.8: Ventana principal del programa CURVES (Plaxis 2D)

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO EN PLAXIS 2D

4.1 DATOS DE ENTRADA PARA EL MODELAMIENTO.

Como se indicó en el capítulo III Plaxis 2D tiene dos formas de modelar (deformación plana y axisimétrico), en el presente trabajo de investigación se hará uso del modelo de deformación plana, y elementos de 15 nodos para modelar los suelos. Los micropilotes se modelaran con elementos de viga que se encuentra disponible en Plaxis 2D.

ELEMENTO VIGA: “Las placas del modelo de elementos finitos en 2D están constituidas por elementos viga (elementos unidimensionales) con tres grados de libertad por nodo: Dos grados de libertad de traslación (u_x , u_y) y un grado de libertad de rotación (rotación en el plano x-y: \varnothing_z). Cuando se emplean elementos de suelo de 6 nodos, cada elemento de viga está definido por tres nodos, mientras que los elementos de viga de 5 nodos se utilizan con los elementos de suelo de 15 nodos (ver figura 4.1). Los elementos de viga están basados en la teoría de vigas de Mindlin. Esta teoría tiene en cuenta las deformaciones de las vigas debidas tanto al esfuerzo cortante como a la flexión. Además, el elemento puede cambiar de longitud cuando se aplica una fuerza axial. Los elementos de viga pueden plastificar si se alcanza el momento de flexión máximo prescrito o la fuerza axial máxima” (Brinkgreve, 2004).

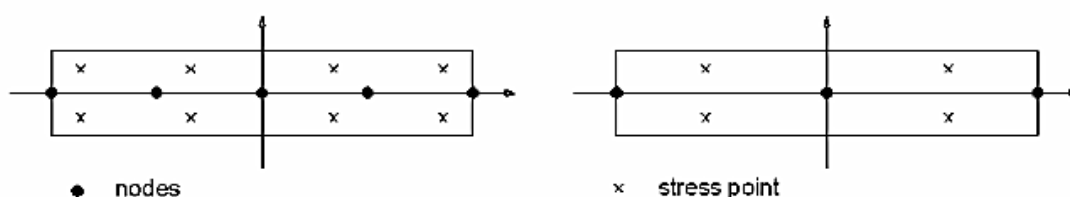


FIGURA 4.1: Posición de los nodos y puntos de tensión de un elemento de viga de 5 nodos y en uno de 3 nodos (Brinkgreve, 2004)

Se realizará dos análisis con sus respectivas variantes como se indica en el capítulo III, para ello se escoge una geometría para el modelo como se muestra en la figura 4.2 que es un esquema general para ambos análisis (variación de la esbeltez y Angulo de inclinación) se considera una zapata de concreto armado de

1.50 m por lado y una altura de 0.50m que estará unida rígidamente a los micropilotes, dos micropilotes separados de eje a eje por 0.70 m de diámetro nominal de 0.20 m, el suelo a usar será una arena y se aplicara un sismo en la base (ver figura 4.2).

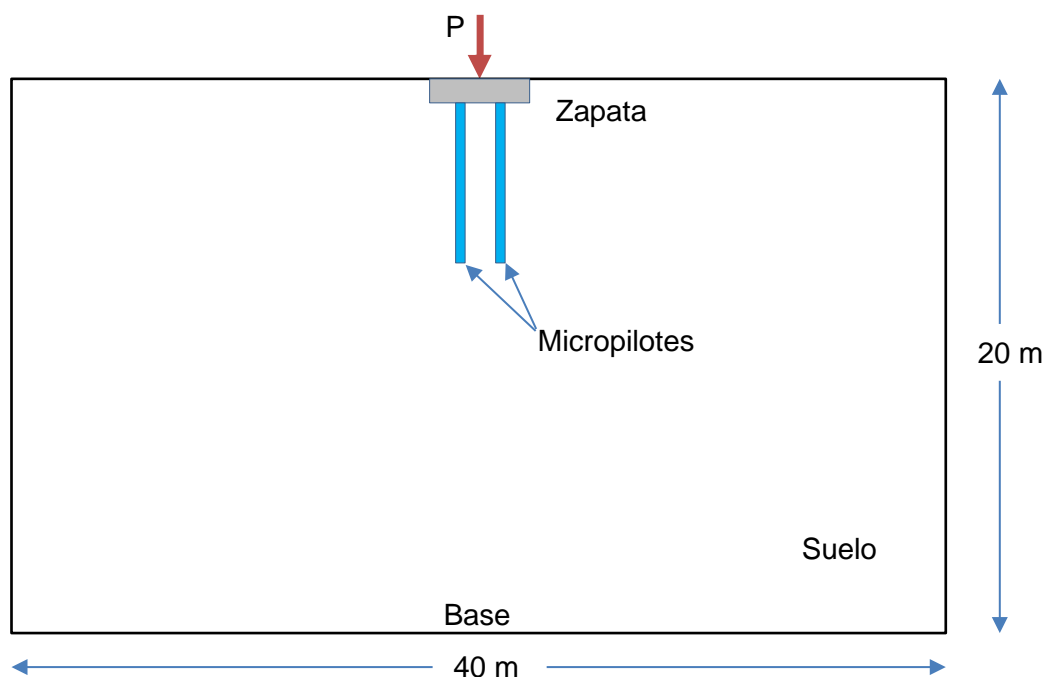


FIGURA 4.2: Esquema general de la configuración del modelo geotécnico (Elaboración propia)

4.1.1 Propiedades de los materiales:

Suelo:

Tipo de suelo:	arena
Tipo de comportamiento del suelo:	drenado
Modelo constitutivo:	Mohr-Coulomb
Peso específico:	$\gamma_m = 17 \text{ KN/m}^3$
Peso específico saturado:	$\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ KN/m}^3$
Módulo de Young:	$E = 13,000 \text{ KN/m}^2$
Módulo de Poisson:	$\nu = 0.3$
Cohesión:	$C = 1 \text{ KN/m}^2$
Angulo de fricción:	$\phi = 31^\circ$
Angulo de dilatación:	$\psi = 0^\circ$

Micropilotes:

Refuerzo:	TITAN-IBO 103/78
Diámetro nominal:	$D_n = 0.20 \text{ m}$
Peso lineal:	$w = 0.98 \text{ KN/m}$
Poisson:	$\nu = 0.2$
Rigidez axial:	$EA = 1'540,840 \text{ KN}$
Rigidez a la flexión:	$EI = 3,108.22 \text{ KN*m}^2$

Zapata: (concreto armado de $f'c=21 \text{ MPa}$)

Sección:	$0.50 \times 1.00 \text{ m}^2$
Peso lineal:	$w = 17.66 \text{ KN/m}$
Poisson:	$\nu = 0.15$
Rigidez axial:	$EA = 10'666,000 \text{ KN}$
Rigidez a la flexión:	$EI = 221,853 \text{ KN*m}^2$

4.1.2 Sismo de análisis

Para el análisis se tomara de un acelerógrafo real de un sismo registrado por el servicio geológico de los estados unidos USGS (United States Geological Survey) que se encuentra disponible en el Plaxis 2D.

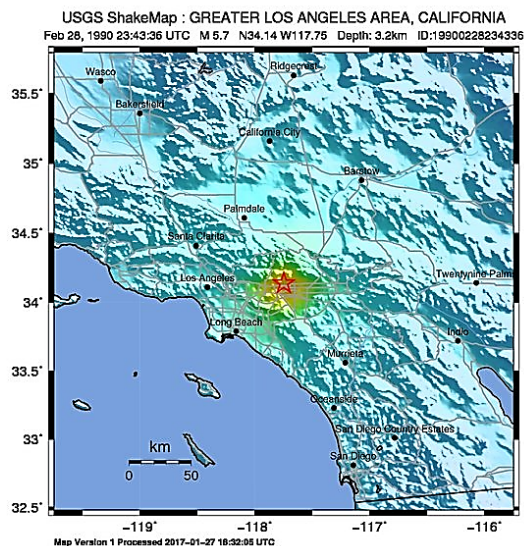


FIGURA 4.3: Ubicación del sismo para el análisis (USGS)

En la figura 4.3 se observa la ubicación geográfica del sismo que sirve para el análisis.

Ubicación: a 6 Km del NE de Craremont, California, Estados Unidos.

Magnitud: 5.5

Localización: 34.144° N, 117.697° W

Profundidad: 3.3 Km +- 0.2

Tiempo: 1990-02-28 23:43:36.750 UTC

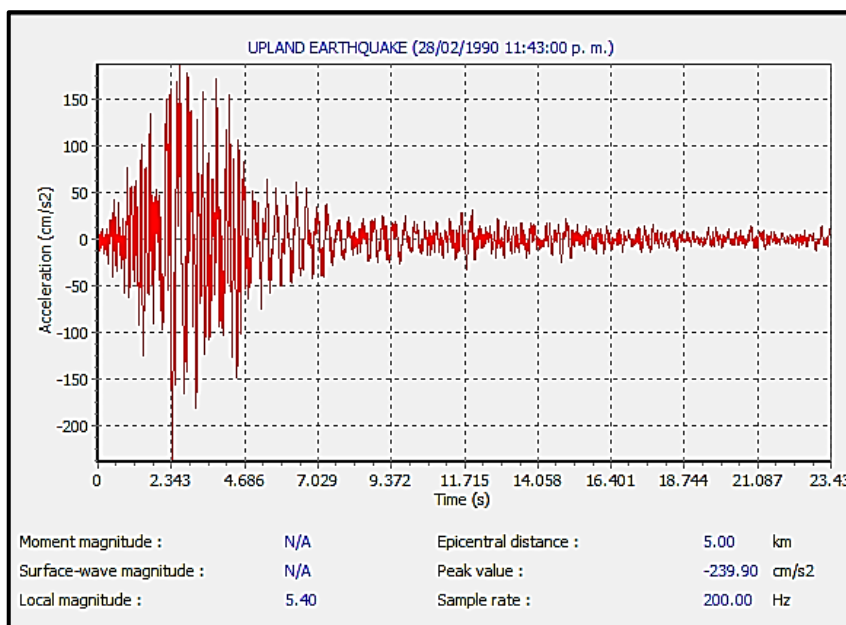


FIGURA 4.4: Acelerograma del sismo, a usar en el análisis (Plaxis 2D)

Para modelar la disipación de energía en el material Plaxis 2D utiliza los coeficientes de amortiguación de Rayleigh α y β , para el presente trabajo de investigación se considerara una amortiguación de 1% y 2% para los parámetros de α y β respectivamente.

4.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

4.2.1 Variación de la esbeltez del micropilote

Como se indicó en el capítulo III la carga P aplicada sobre la zapata (ver figura 4.2) será proporcional a las longitudes de los micropilotes.

Longitud micropilotes	carga P (en Ton)	carga P (en KN)
5.00 m	35.2	344.96
10.00 m	70.4	689.92
15.00 m	105.60	1034.88

Se construirá un modelo con tres variantes en su longitud con su respectiva carga aplicada.

4.2.1.1 Entrada

La cimentación consta de una zapata cuadrada de 1.50 m y altura de zapata de 0.50 m, la cual está unida rígidamente a dos micropilotes de diámetro nominal 0.20 m además se tiene una carga aplicada "P" sobre la Zapata. La separación entre los micropilotes es de 0.70 m de eje a eje.

Modelo geométrico:

Para simular la situación se usará el modelo de deformación plana con elementos de 15 nodos.

Debido a que se va realizar un análisis dinámico, la unidad de tiempo se establece en segundos (s) y las otras dimensiones se dejan a sus valores predeterminados (Longitud: [m], la fuerza: [KN]).

El subsuelo consiste de una capa de arena drenada de 20 m de espesor sobre una formación rocosa (base), la zapata y lo micropilotes serán modelados por elementos de placa (Plate).

El movimiento sísmico se modelará mediante la imposición de un desplazamiento prescrito en el límite inferior (base). Se debe de tener en cuenta que la unidad que utiliza el Acelerograma es en cm/s^2 por lo tanto el valor de entrada de os desplazamiento prescrito horizontales se establece en 0.01m, la componente vertical del desplazamiento prescrito se mantiene en cero ($u_x=0.01$ m y $u_y=0.00$ m).

En los límites verticales, se aplican condiciones de contornos absorbentes con el fin de absorber las ondas salientes.

En la figura 4.05 se observa los límites del modelo, a pesar de considerar los limites verticales absorbentes siempre hay una pequeña influencia por lo que es recomendable tener límites muy lejos, en este caso se ha tomado la distancia entre limites verticales de 40 m.

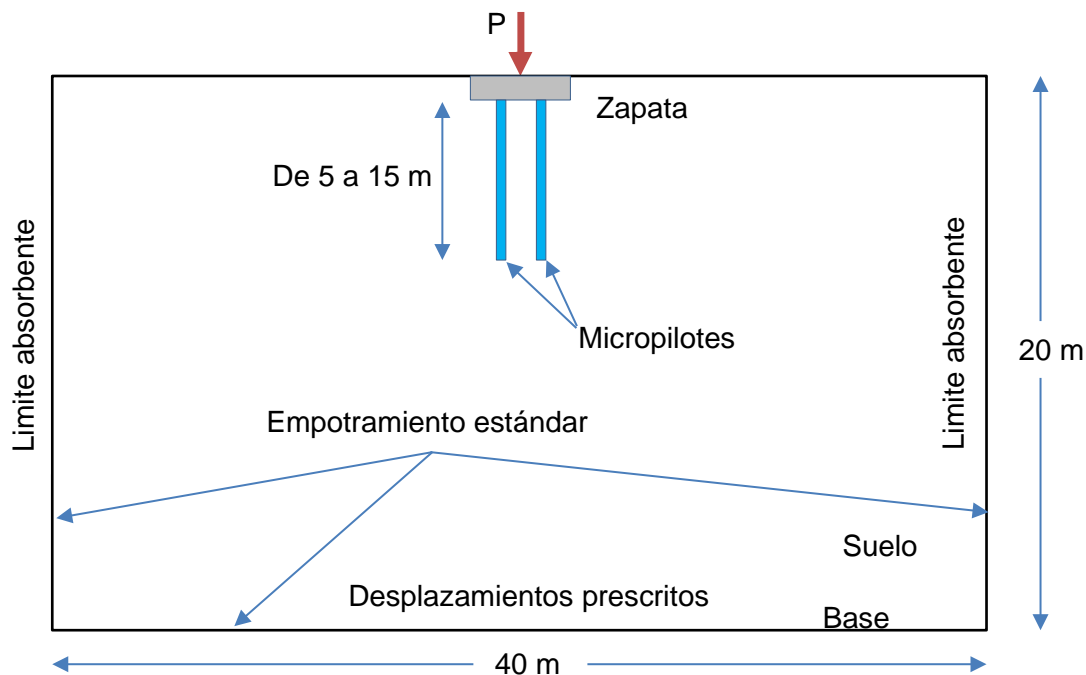


FIGURA 4.5: Modelo geométrico con condiciones de contorno (Elaboración propia)

Es importante considerar la interacción del suelo y las estructuras (micropilotes) para esto Plaxis 2D cuenta con un comando (Interface) para definirlo.

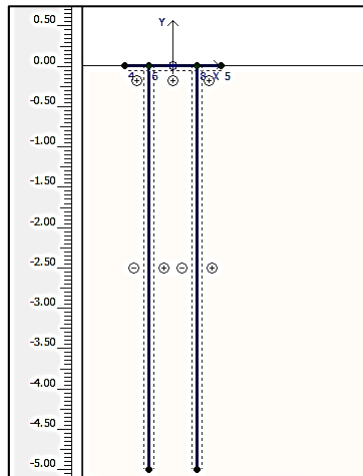


FIGURA 4.6: Interfaces entre las estructuras y suelos en Plaxis 2D (Plaxis 2D)

Materiales:

Propiedades de los materiales son las que están indicadas en el capítulo 4.11, no se considera presencia de nivel freático.

Generación de malla:

Se realizar un enmallado global (grosso), pero debido a que la zona de estudio es lo que sucede alrededor de los micropilotes se refinara dos veces alrededor de este (Refine line) teniendo como resultado lo que se observa en la figura 4.07.

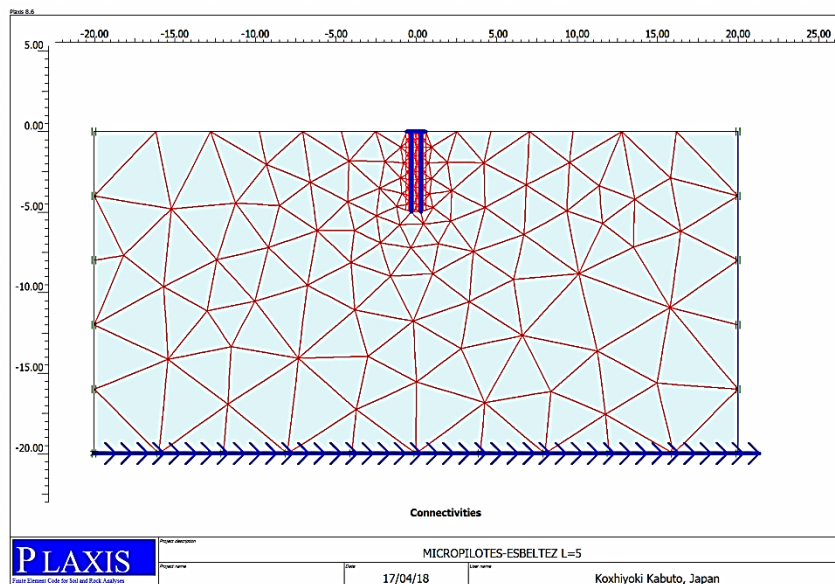


FIGURA 4.7: Malla de elementos finitos (Plaxis 2D)

4.2.1.2 Condiciones iniciales

Presiones de agua

La generación de presiones de agua se puede omitir ya que al no haber nivel freático las presiones de poros no son considerados.

Tensiones iniciales

En la situación inicial son desactivadas todas las estructuras y carga externa. En Plaxis 2D el estado inicial de tensiones es generado por el procedimiento Ko, dándonos un valor por defecto pudiendo ser cambiado por el usuario en este caso lo dejaremos con el valor que nos da Plaxis 2D (ver figura 4.8).

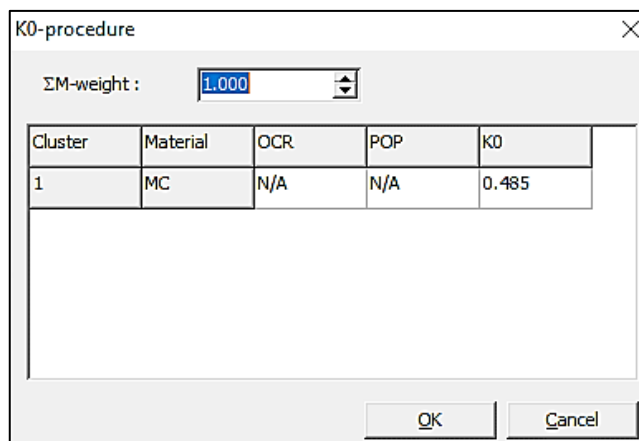


FIGURA 4.8: cuadro del procedimiento Ko (Plaxis 2D)

Al pulsar el botón de OK da comienzo la generación de las tensiones iniciales. “El procedimiento Ko considera solamente el peso del suelo y calcula sólo tensiones efectivas y presiones intersticiales en elementos de suelo e interfaces. Las cargas externas y el peso de los elementos estructurales no son tenidos en cuenta. La activación de cargas y de objetos estructurales en la configuración inicial no tiene, por lo tanto, ningún efecto” (Brinkgreve, 2004).

4.2.1.3 Cálculos

Dentro del subprograma CALCULATIONS, Plaxis 2D trabaja en fases en el presente trabajo se considerara dos fases. La primera será una normal (sin presencia de sismo) de análisis plástico con la presencia de las estructuras y carga externa. La segunda en un análisis dinámico en la que se simula el sismo. Para analizar los efectos del sismo en detalle los desplazamientos se ponen en cero al comienzo de esta fase.

Fase 1:

- En la ficha general seleccionar en tipo de cálculo la opción de análisis plástico.
- En la ficha parámetros seleccionar construcción por etapas y clic en definir aquí se debe activar las estructuras el desplazamiento prescrito y la carga.

Fase 2:

- En la ficha general seleccionar en tipo de cálculo la opción de análisis dinámico.

- En la ficha parámetros, cuadro control de parámetros establecer en número de paso adicionales en 250, seleccionar restablecer los desplazamientos a cero.
- En la ficha parámetros, cuadro procedimiento iterativo seleccionar ajuste manual y definir paso sub dinámico en 1.
- En la ficha parámetros, cuadro entrada de cargas seleccionar en el intervalo de tiempo 10 segundos y clic en definir.
- En la ficha multiplicadores, cuadro multiplicadores totales clic en Σ -Mdisp, escoger la opción de leer desde un archivo buscar el archivo 225a.smc disponible en Plaxis 2D marcar la opción de aceleraciones ya que este archivo es un Acelerograma (ver figura 4.9).

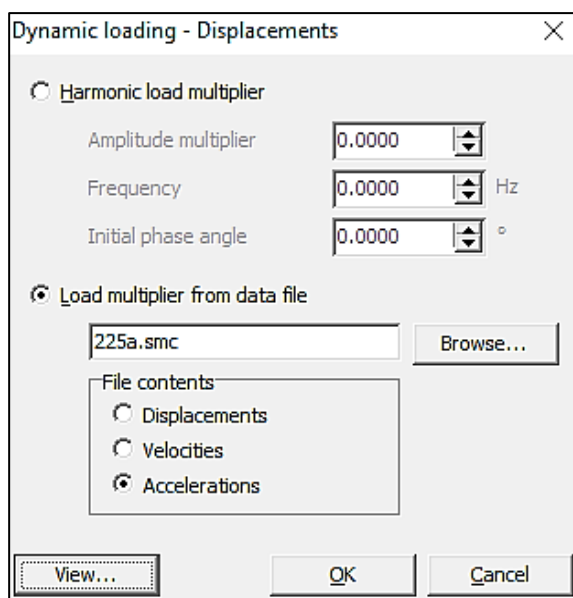


FIGURA 4.9: selección del archivo del sismo (Plaxis 2D)

- Seleccionar los puntos para la curva desplazamiento, y la opción calcular.

4.2.1.4 Salida

Plaxis 2D da como salida gráficos y tablas de modelo analizado, a continuación se muestra la salida para el caso de micropilotes de 5 metros de longitud. En las figuras 4.10 y 4.11 muestra las salidas graficas de Plaxis 2D.

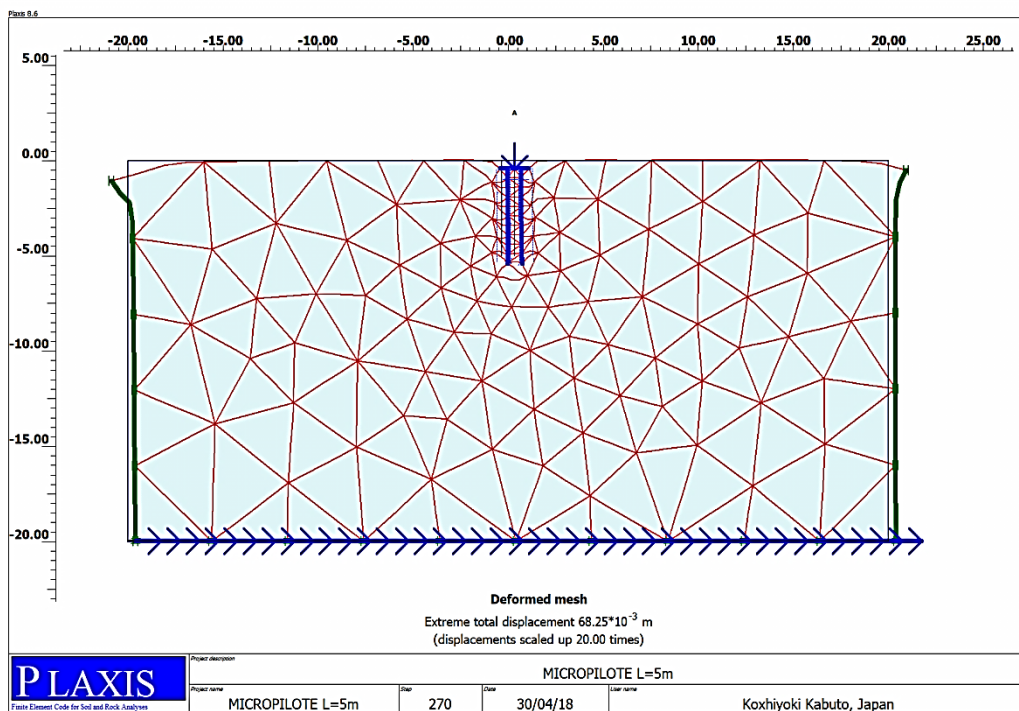


FIGURA 4.10: Deformada de la malla (Plaxis 2D)

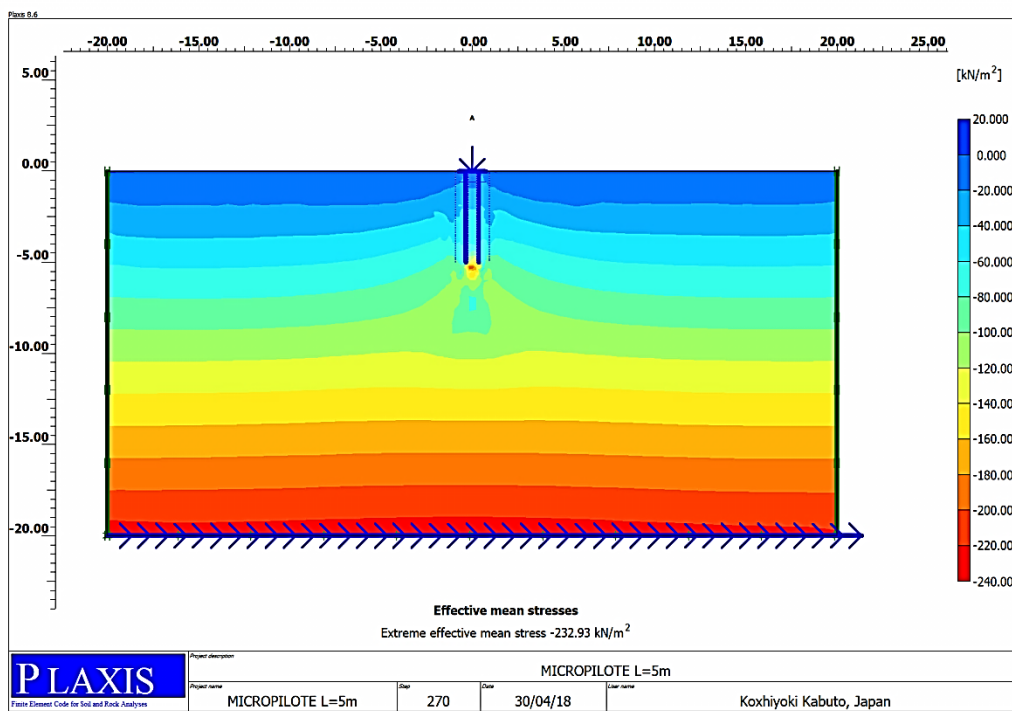


FIGURA 4.11: esfuerzos efectivos (Plaxis 2D)

Plaxis 2D proporciona información sobre los desplazamientos y los esfuerzos correspondientes a las estructuras modeladas, por lo cual se puede observar las fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momento flector de los micropilotes modelados por el elemento de viga.

“Además de los esfuerzos reales, PLAXIS mantiene el seguimiento de los esfuerzos históricos máximo y mínimo en todas las fases de cálculo anteriores. Estos valores máximo y mínimo hasta el paso de cálculo actual pueden ser vistos después de seleccionar la opción de Envolventes de esfuerzos (Force envelopes) en el submenú Forces y seleccionando a continuación los esfuerzos que se desean (Axial forces, Shear forces, Bending moments o Hoop forces)” (Brinkgreve, 2004).

Para el presente trabajo de investigación se tomará las envolventes de las fuerzas internas del micropilote. En las figuras 4.12 y 4.13 se observa las envolventes de las fuerzas internas de los micropilotes izquierdo y derecho del modelo empleado.

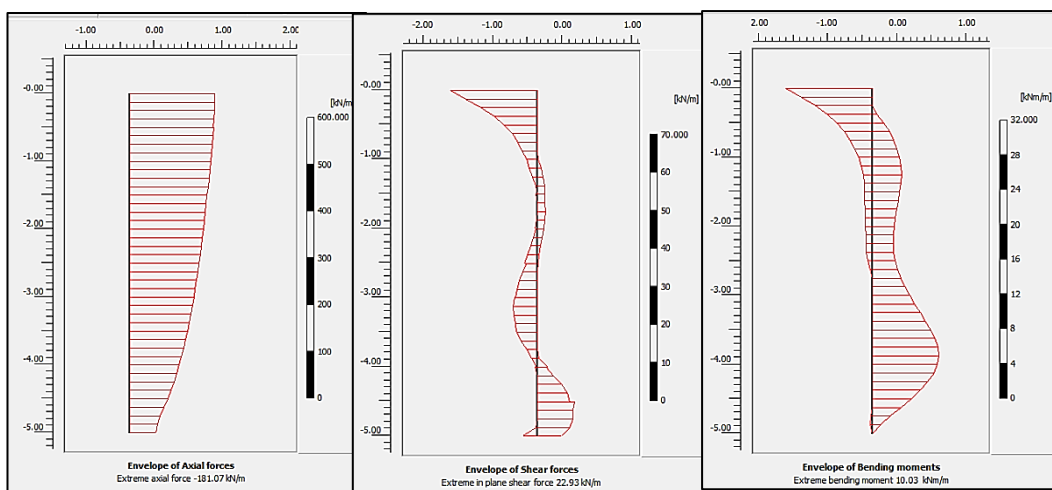


FIGURA 4.12: Envolvente de las fuerzas internas (axial, cortante y momento flector) del micropilote izquierdo (Plaxis 2D)

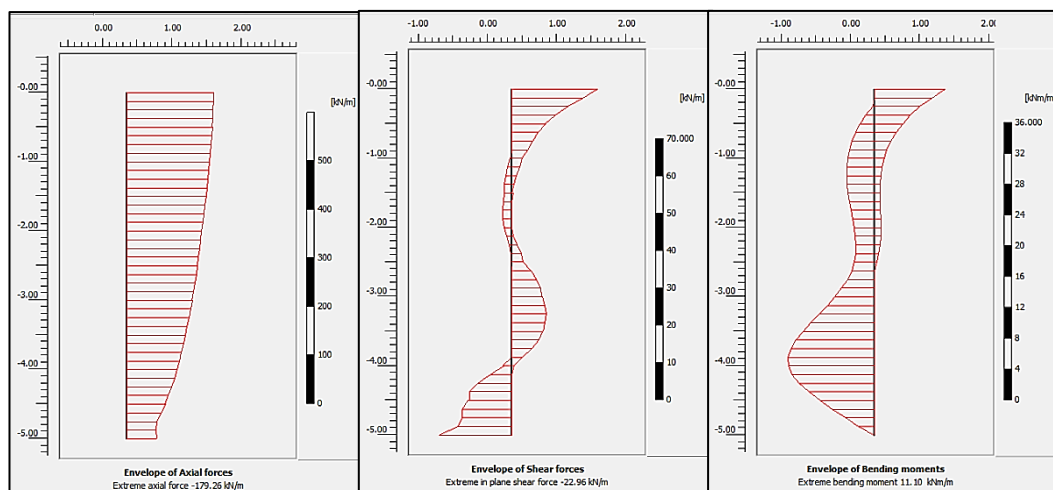


FIGURA 4.13: Envolvente de las fuerzas internas (axial, cortante y momento flector) del micropilote derecho (Plaxis 2D)

Como se indicó además de gráficos Plaxis 2D proporciona también tablas lo cual es útil para el presente trabajo se muestra las tablas exportadas de Plaxis 2D de las fuerzas internas envolventes de los micropilotes en el Anexo 1.

4.2.2 Variación del ángulo de inclinación del micropilote.

Se construirá un modelo con seis variantes en su ángulo de inclinación (0° , 5° , 15° , 30° , 45° , 60°) con su respectiva carga aplicada manteniéndose constante la carga aplicada y la longitud del micropilote.

4.2.2.1 Entrada

La cimentación consta de una zapata cuadrada de 1.50 m y altura de zapata de 0.50 m, la cual está unida rígidamente a dos micropilotes de diámetro nominal 0.20 m y longitud de 10 m, además se tiene una carga aplicada “P” sobre la Zapata de 392 KN. La separación entre los micropilotes es de 0.70 m de eje a eje.

Modelo geométrico:

Para simular la situación se usara el modelo de deformación plana con elementos de 15 nodos.

Debido a que se va realizar un análisis dinámico, la unidad de tiempo se establece en segundos (s) y las otras dimensiones se dejan a sus valores predeterminados (Longitud: [m], la fuerza: [KN]).

El subsuelo consiste de una capa de arena drenada de 20 m de espesor sobre una formación rocosa (base), la zapata y los micropilotes serán modelados por elementos de placa (Plate).

El movimiento sísmico se modelará mediante la imposición de un desplazamiento prescrito en el límite inferior (base). Se debe tener en cuenta que la unidad que utiliza el Acelerograma es en cm/s^2 por lo tanto el valor de entrada de desplazamiento prescrito horizontal se establece en 0.01m, la componente vertical del desplazamiento prescrito se mantiene en cero ($u_x=0.01$ m y $u_y=0.00$ m).

En los límites verticales, se aplican condiciones de contornos absorbentes con el fin de absorber las ondas salientes.

En la figura 4.14 se observa los límites del modelo, a pesar de considerar los límites verticales absorbentes siempre hay una pequeña influencia por lo que es recomendable tener límites muy lejos, en este caso se ha tomado la distancia entre límites verticales de 40 m.

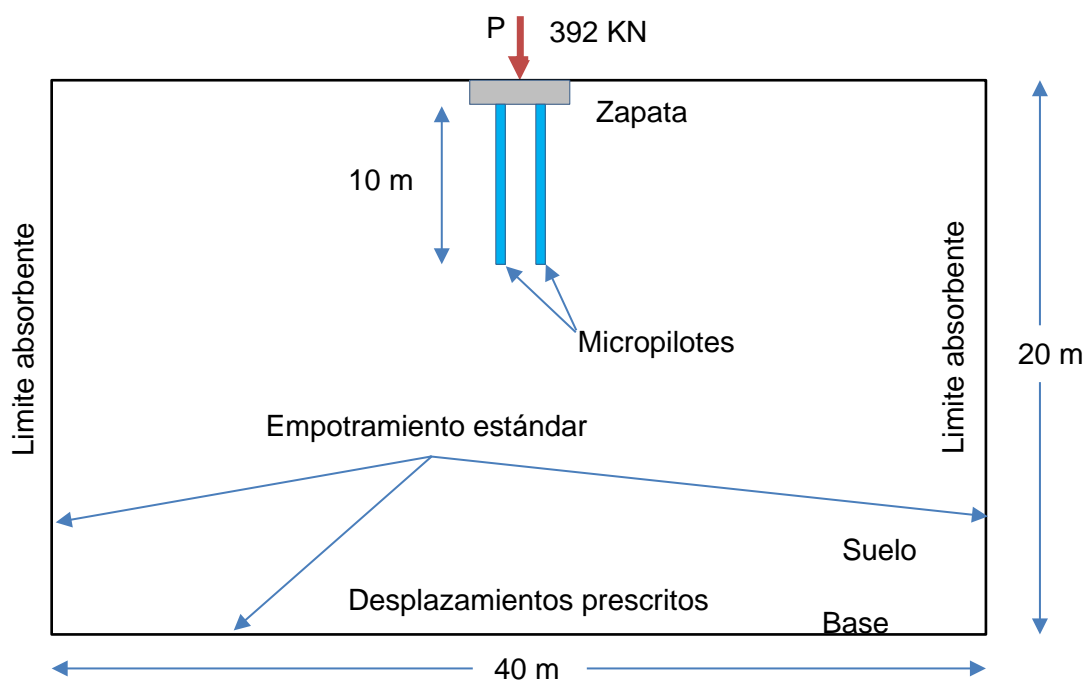


FIGURA 4.14: Modelo geométrico con condiciones de contorno 2 (Elaboración propia)

Como se observa el modelo es muy similar al primer modelo a diferencia que esta vez se toma el análisis del caso en que el micropilote tiene una longitud de 10 metros con su respectiva carga de 689.92 kN, a este caso se le hará variar el ángulo de inclinación.

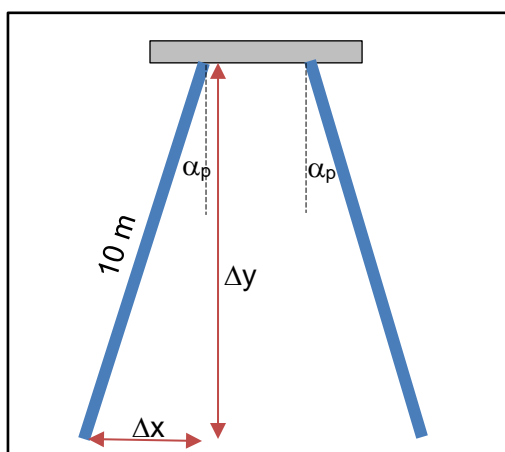


FIGURA 4.15: Ángulo de inclinación de los micropilotes (Elaboración propia)

En Plaxis 2D para modelar es necesario ingresar las coordenadas de los micropilotes para lo cual es necesario saber los valores de Δx y Δy que se aprecia en la figura 4.15 estos valores se los calcula previamente como se observa en el cuadro 4.01.

CUADRO 4.1: Coordenadas relativas de los micropilotes (Elaboración propia)

LONGITUD (m)	ANGULO DE INCLINACION (α_p)	Δx (m)	Δy (m)
10	0°	0.00	10.00
10	5°	0.87	9.96
10	15°	2.59	9.66
10	30°	5.00	8.66
10	45°	7.07	7.07
10	60°	8.66	5.00

Los materiales a usar, la generación de malla de elementos finitos y el cálculo será igual que el modelo anterior por lo cual se pasara directamente a los resultados obtenidos en Plaxis 2D.

4.2.2.2 Salida

Plaxis nos da como salida gráficos y tablas de las fuerzas internas de los micropilotes, a continuación se muestra las deformadas de las mallas de

elementos finitos de cada caso (0° , 5° , 15° , 30° , 45° y 60°) en las figuras 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20 y 4.21 respectivamente.

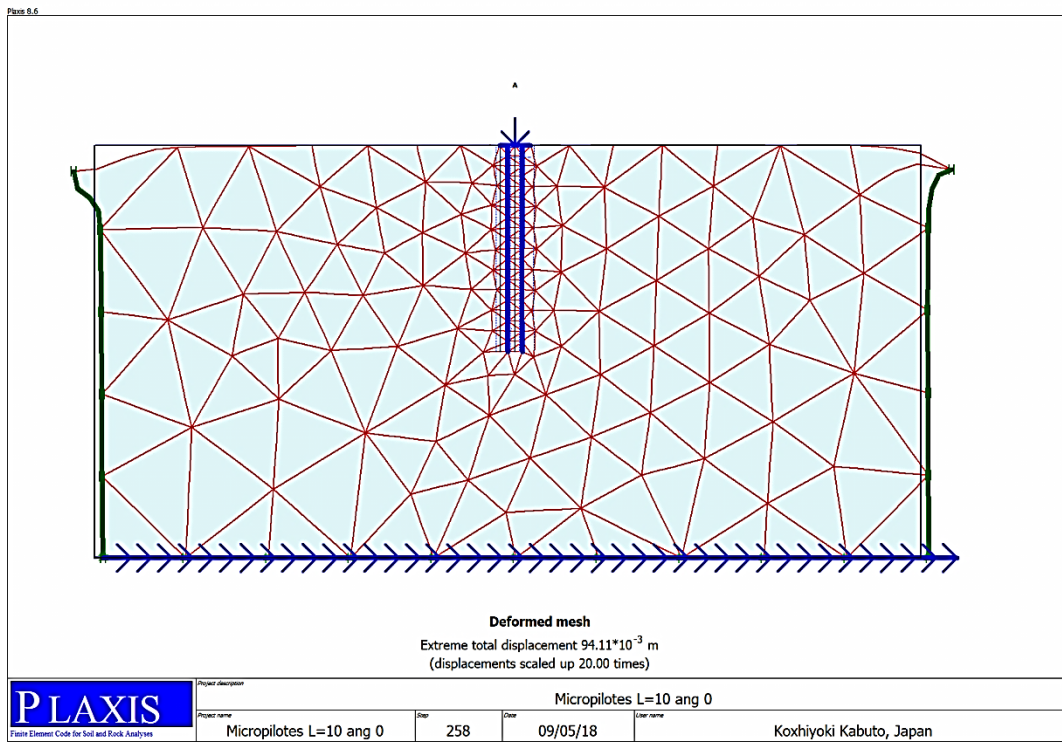


FIGURA 4.16: Deformada de la malla para $\alpha_p=0^\circ$ (Plaxis 2D)

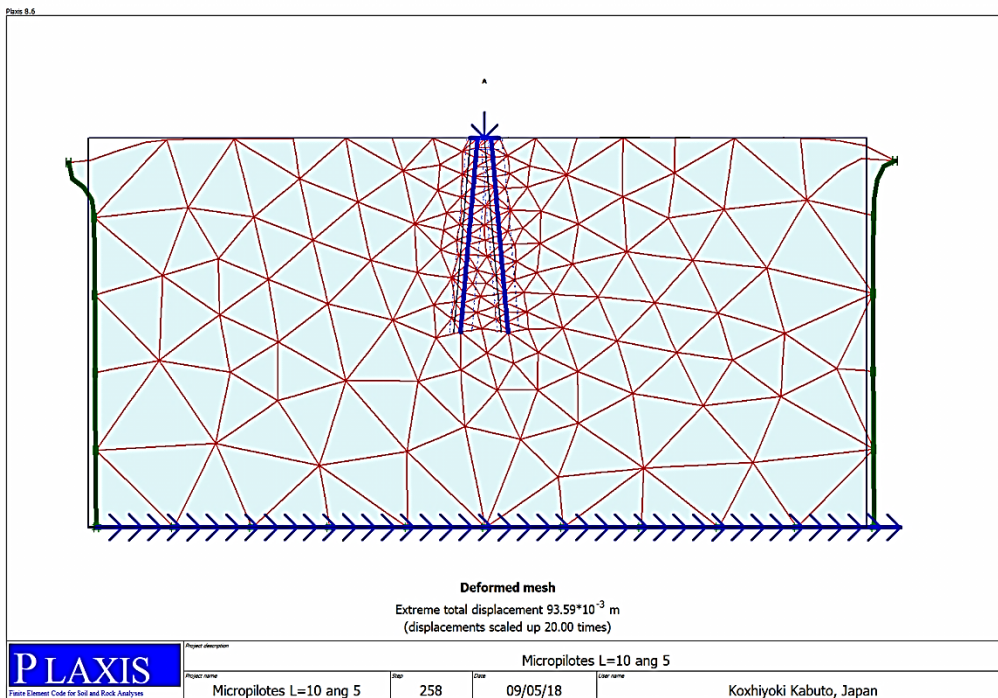


FIGURA 4.17: Deformada de la malla para $\alpha_p=5^\circ$ (Plaxis 2D)

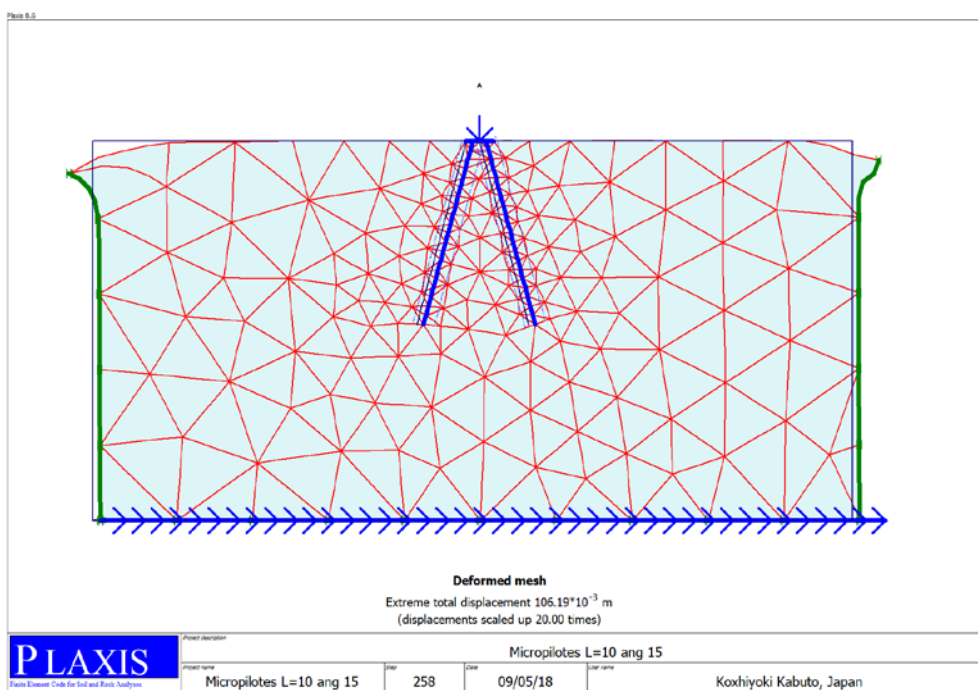


FIGURA 4.18: Deformada de la malla para $\alpha_p=15^\circ$ (Plaxis 2D)

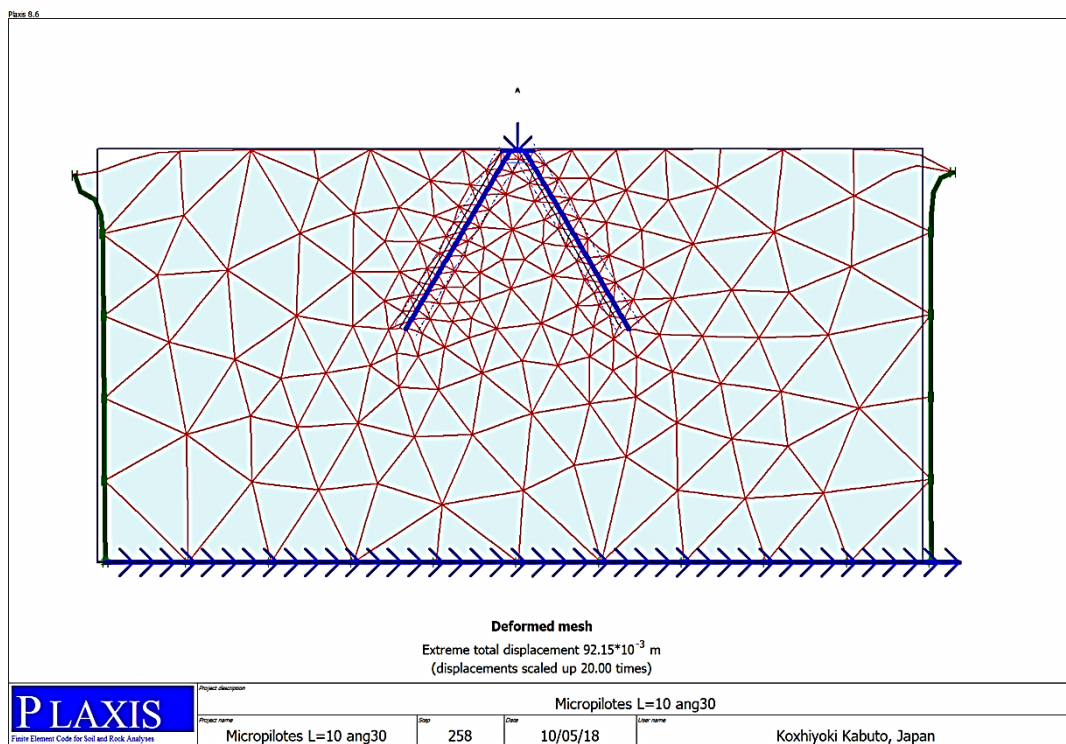


FIGURA 4.19: Deformada de la malla para $\alpha_p=30^\circ$ (Plaxis 2D)

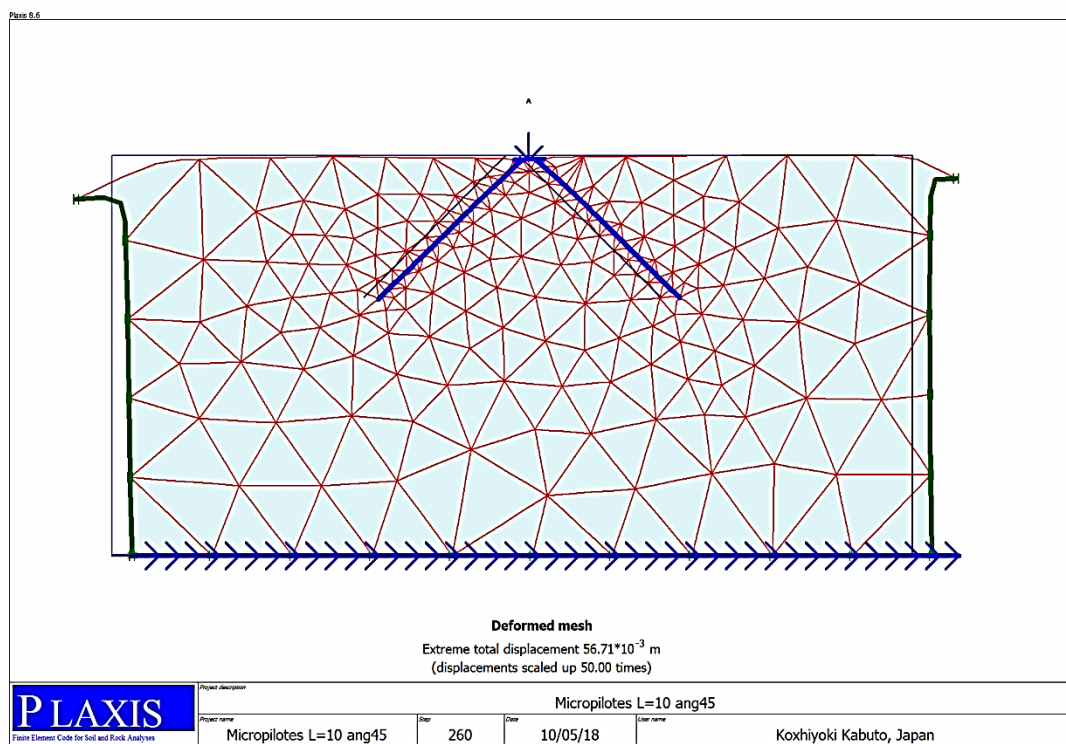


FIGURA 4.20: Deformada de la malla para $\alpha_p=45^\circ$ (Plaxis 2D)

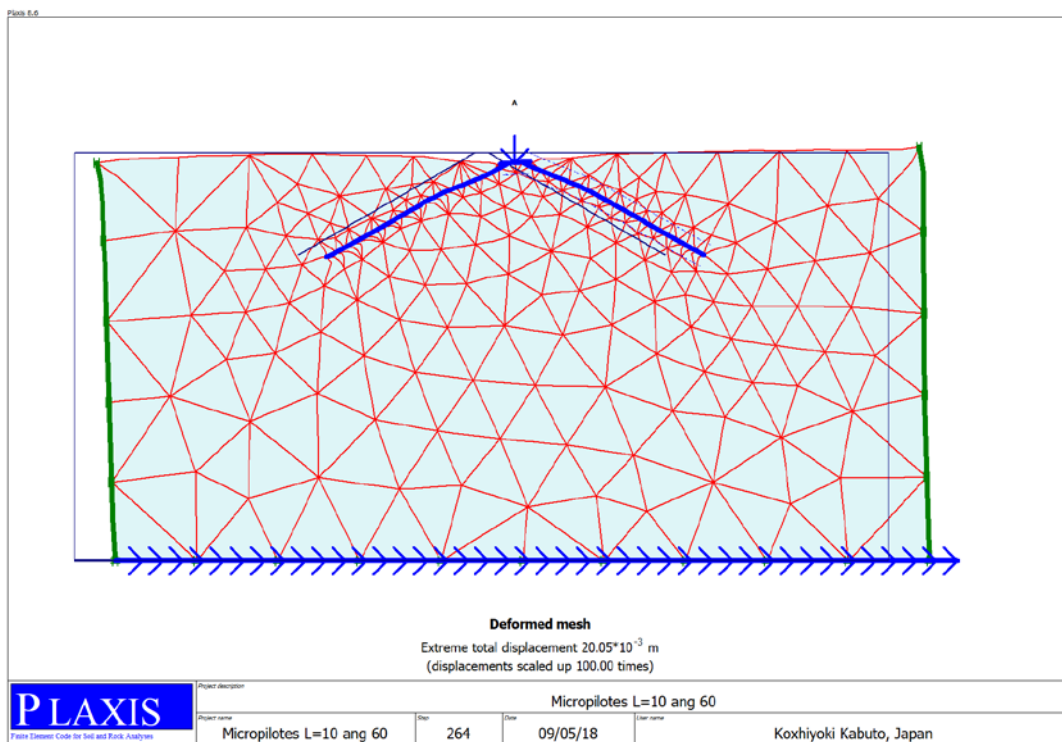


FIGURA 4.21: Deformada de la malla para $\alpha_p=60^\circ$ (Plaxis 2D)

Además de la información gráfica Plaxis 2D proporciona información numérica expresada en cuadros, para el presente trabajo de investigación es útil el cuadro de las envolventes de las fuerzas internas que se presentan en el micropilote estas tablas exportadas de Plaxis 2d se encuentran en el anexo 2.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA DINÁMICA DEL MICROPILOTE HACIENDO VARIAR LA ESBELTEZ.

Se tiene tres análisis con el fin de variar la esbeltez, con micropilotes de longitudes de 5, 10 y 15 m y con una carga puntual “P” proporcional a sus longitudes de 35.2, 70.4 y 105.6 toneladas. La carga puntual “P” tiene un efecto directo sobre las fuerzas internas del micropilote y con el fin de poder compararlos se busca eliminar el efecto de la carga “P” sobre las fuerzas internas y por ello se divide todas las fuerzas internas de los micropilotes por su respectiva carga “P”, obteniéndose ratios de las fuerzas internas (relación de fuerza interna y su carga aplicada).

Se realizará la comparación de las ratios de las fuerzas internas (fuerza axial, fuerza cortante y momento flector) de los micropilotes de diferentes longitudes.

5.1.1 Comparación de la fuerza axial

En el cuadro 5.1 se muestra la envolvente del ratio de las fuerzas axiales para cada Y/L (donde “Y” es la profundidad del micropilote y “L” es la longitud total del micropilote), de los micropilotes izquierdo y derecho para las diferentes longitudes.

CUADRO 5.1: Envolvente del ratio de la fuerza axial (Elaboración propia)

Y/L	MICROPILOTE IZQUIERDO			MICROPILOTE DERECHO		
	L=5 m	L=10 m	L=15 m	L=5 m	L=10 m	L=15 m
0.00	0.525	0.507	0.501	0.52	0.511	0.496
-0.05	0.523	0.502	0.493	0.517	0.506	0.488
-0.10	0.517	0.493	0.483	0.513	0.498	0.478
-0.15	0.51	0.482	0.473	0.505	0.488	0.468
-0.20	0.5	0.471	0.464	0.496	0.477	0.458
-0.25	0.489	0.458	0.453	0.486	0.465	0.447
-0.30	0.478	0.445	0.441	0.474	0.452	0.435
-0.35	0.466	0.431	0.428	0.462	0.438	0.423
-0.40	0.454	0.417	0.415	0.449	0.424	0.41
-0.45	0.441	0.402	0.401	0.436	0.408	0.396
-0.50	0.428	0.386	0.385	0.423	0.392	0.381
-0.55	0.413	0.369	0.368	0.409	0.375	0.365
-0.60	0.395	0.351	0.349	0.391	0.358	0.347
-0.65	0.377	0.332	0.328	0.372	0.339	0.328

-0.70	0.357	0.312	0.305	0.352	0.32	0.306
-0.75	0.333	0.291	0.28	0.328	0.298	0.282
-0.80	0.306	0.266	0.252	0.301	0.274	0.254
-0.85	0.273	0.236	0.221	0.268	0.247	0.223
-0.90	0.235	0.201	0.185	0.229	0.213	0.186
-0.95	0.186	0.156	0.138	0.182	0.161	0.137
-1.00	0.161	0.123	0.091	0.178	0.122	0.092

Al llevar los datos del cuadro 5.1 a las gráficas mostradas en las figuras 5.1, se observa que la fuerza axial máxima ocurre en la conexión del micropilote con la zapata. Se observa tanto en el micropilote izquierdo y derecho que la fuerza axial son mayores para el micropilote de 5 metros de longitud y menores para el micropilote de 15 metros.

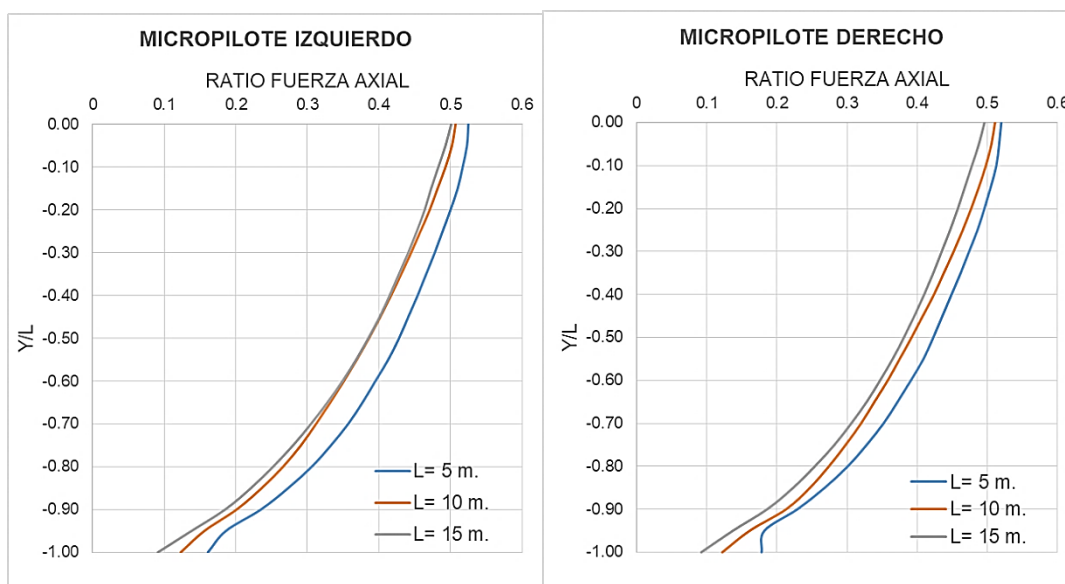


FIGURA 5.1: Envolvente del ratio de las fuerzas axial del micropilote izquierdo y derecho
(Elaboración propia)

La figura 5.2 muestra la relación entre la longitud del micropilote y el ratio de la fuerza axial máxima del micropilote izquierdo y derecho. Se observa que a medida se aumenta la longitud del micropilote (disminuye la esbeltez) disminuye el ratio de la máxima fuerza axial.

Para el micropilote izquierdo el porcentaje del micropilote de 10 m. y 15 m. con respecto al del 5 m. viene a ser 96.6% y 95.4 % respectivamente.

Para el micropilote derecho el porcentaje del micropilote de 10 m. y 15 m. con respecto al del 5 m. viene a ser 98.3% y 95.4 % respectivamente.

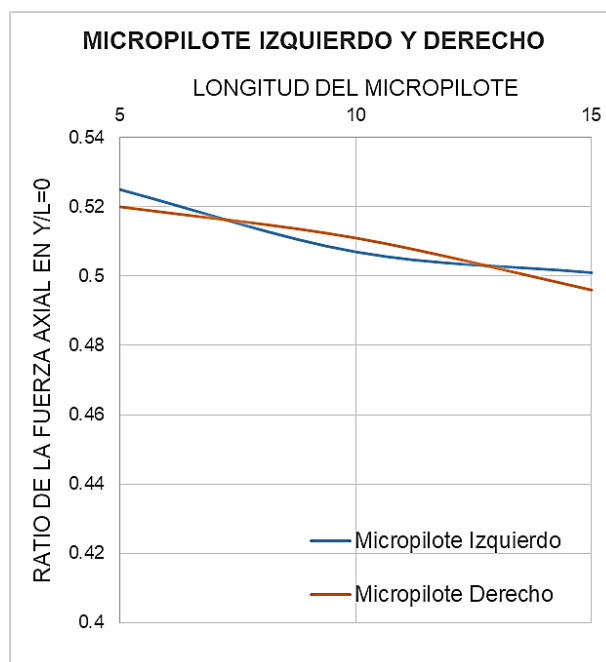


FIGURA 5.2: Ratio de la fuerzas axiales máximas (Elaboración propia)

5.1.2 Comparación de la fuerza cortante

En el cuadro 5.2 se muestra la envolvente del ratio de las fuerzas cortantes para cada Y/L (donde “Y” es la profundidad del micropilote y “L” es la longitud total del micropilote), de los micropilotes izquierdo y derecho para las diferentes longitudes.

CUADRO 5.2: Envolvente del ratio de la fuerza cortante (Elaboración propia)

Y/L	MICROPILOTE IZQUIERDO			MICROPILOTE DERECHO		
	L=5 m	L=10 m	L=15 m	L=5 m	L=10 m	L=15 m
0.00	0.066	0.053	0.034	0.067	0.053	0.034
-0.05	0.044	0.026	0.01	0.044	0.025	0.009
-0.10	0.026	0.005	0.004	0.026	0.005	0.004
-0.15	0.015	0.006	0.003	0.016	0.006	0.003
-0.20	0.008	0.005	0.001	0.008	0.005	0.001
-0.25	0.005	0.003	0.001	0.005	0.002	0.001
-0.30	0.006	0.002	0.001	0.005	0.002	0.001
-0.35	0.006	0.002	0.001	0.007	0.001	0.001
-0.40	0.005	0.002	0.001	0.006	0.001	0.001
-0.45	0.005	0.001	0.001	0.005	0.002	0.001
-0.50	0.01	0.001	0.001	0.009	0.001	0.001
-0.55	0.014	0.002	0	0.019	0.002	0.001

-0.60	0.017	0.001	0.001	0.023	0.002	0.001
-0.65	0.018	0.002	0.001	0.027	0.002	0.001
-0.70	0.016	0.003	0.001	0.024	0.001	0.001
-0.75	0.008	0.005	0.001	0.016	0.003	0.001
-0.80	0.008	0.007	0.001	0.007	0.007	0.001
-0.85	0.019	0.005	0.002	0.026	0.008	0.002
-0.90	0.025	0.007	0.002	0.032	0.008	0.002
-0.95	0.027	0.017	0.004	0.038	0.015	0.004
-1.00	0.019	0.012	0.01	0.056	0.013	0.003

Al llevar los datos del cuadro 5.2 a las gráficas mostradas en las figuras 5.3, se observa que la fuerza cortante máxima ocurre en la conexión del micropilote con la zapata. Se observa tanto en el micropilote izquierdo y derecho que las fuerzas cortantes son mayores para el micropilote de 5 metros de longitud y menores para el micropilote de 15 metros.

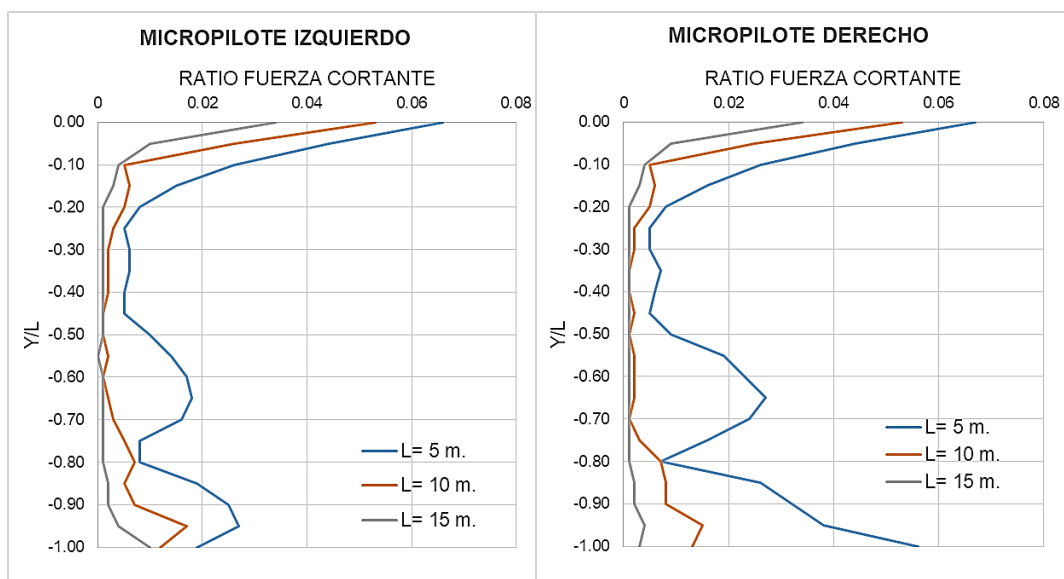


FIGURA 5.3: Envolvente del ratio de las fuerzas cortantes del micropilote izquierdo y derecho
(Elaboración propia)

La figura 5.4 muestra la relación entre la longitud del micropilote y el ratio de la fuerza cortante máxima del micropilote izquierdo y derecho. Se observa que a medida se aumenta la longitud del micropilote (disminuye la esbeltez) disminuye el ratio de la máxima fuerza cortante.

Para el micropilote izquierdo el porcentaje del micropilote de 10 m. y 15 m. con respecto al del 5 m. viene a ser 80.3% y 51.5 % respectivamente.

Para el micropilote derecho el porcentaje del micropilote de 10 m. y 15 m. con respecto al del 5 m. viene a ser 79.1% y 50.7 % respectivamente.

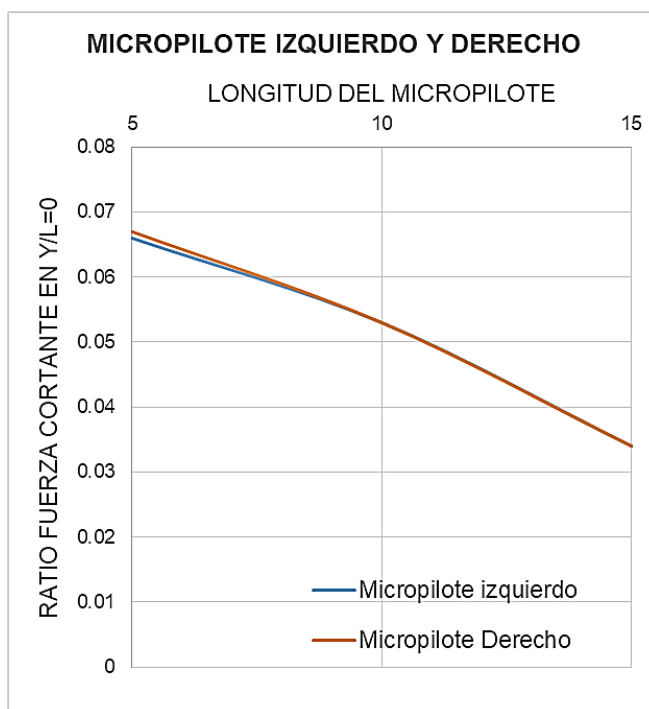


FIGURA 5.4: Ratio de la fuerzas cortantes máximas (Elaboración propia)

5.1.3 Comparación del momento flector

En el cuadro 5.3 se muestra la envolvente del ratio de los momentos flectores para cada Y/L (donde “Y” es la profundidad del micropilote y “L” es la longitud total del micropilote), de los micropilotes izquierdo y derecho para las diferentes longitudes.

CUADRO 5.3: Envolvente del ratio del momento flector (Elaboración propia)

Y/L	MICROPILOTE IZQUIERDO			MICROPILOTE DERECHO		
	L=5 m	L=10 m	L=15 m	L=5 m	L=10 m	L=15 m
0.00	0.029	0.021	0.017	0.026	0.02	0.016
-0.05	0.019	0.006	0.004	0.017	0.007	0.005
-0.10	0.012	0.007	0.005	0.01	0.006	0.005
-0.15	0.008	0.006	0.002	0.008	0.005	0.002
-0.20	0.009	0.004	0.001	0.01	0.004	0.002
-0.25	0.01	0.003	0.001	0.01	0.003	0.001
-0.30	0.009	0.003	0.001	0.01	0.003	0.001
-0.35	0.008	0.003	0.001	0.009	0.002	0.001

-0.40	0.007	0.003	0.001	0.008	0.002	0.001
-0.45	0.007	0.003	0.002	0.007	0.002	0.002
-0.50	0.008	0.003	0.002	0.007	0.002	0.002
-0.55	0.009	0.003	0.002	0.01	0.003	0.002
-0.60	0.012	0.003	0.002	0.015	0.003	0.002
-0.65	0.016	0.003	0.002	0.021	0.003	0.002
-0.70	0.02	0.004	0.002	0.027	0.004	0.002
-0.75	0.022	0.006	0.002	0.031	0.004	0.002
-0.80	0.022	0.008	0.002	0.032	0.005	0.002
-0.85	0.019	0.011	0.003	0.028	0.008	0.003
-0.90	0.013	0.01	0.004	0.02	0.008	0.004
-0.95	0.006	0.003	0.003	0.011	0.001	0.004
-1.00	0	0	0	0	0	0

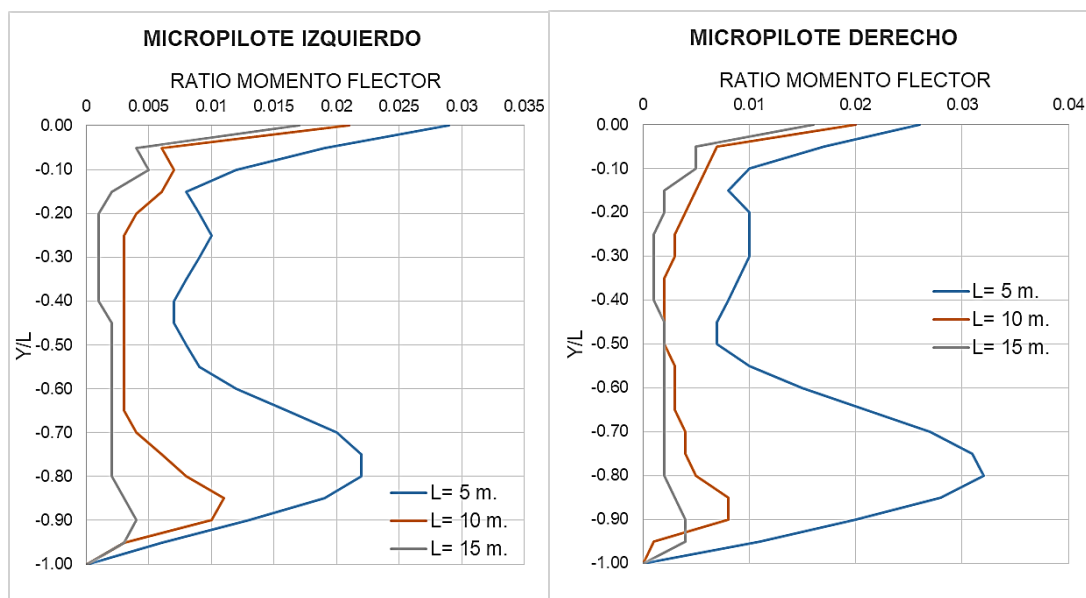


FIGURA 5.5: Envolvente del ratio del momento flector del micropilote izquierdo y derecho
(Elaboración propia)

Al llevar los datos del cuadro 5.3 a las gráficas mostradas en las figuras 5.5, se observa que el momento flector máximo ocurre en la conexión del micropilote con la zapata. Se observa tanto en el micropilote izquierdo y derecho que los momentos flectores son mayores para el micropilote de 5 metros de longitud y menores para el micropilote de 15 metros.

La figura 5.6 muestra la relación entre la longitud del micropilote y el ratio del momento flector máximo del micropilote izquierdo y derecho. Se observa que a medida se aumenta la longitud del micropilote (disminuye la esbeltez) disminuye el ratio del momento flector máximo.

Para el micropilote izquierdo: El porcentaje del ratio del momento flector máximo del micropilote de 10 m. y 15 m. con respecto al del 5 m., vienen a ser el 72.4% y 58.6 % respectivamente.

Para el micropilote derecho: El porcentaje del ratio del momento flector máximo del micropilote de 10 m. y 15 m. con respecto al del 5 m., vienen a ser el 76.9% y 61.5 % respectivamente.

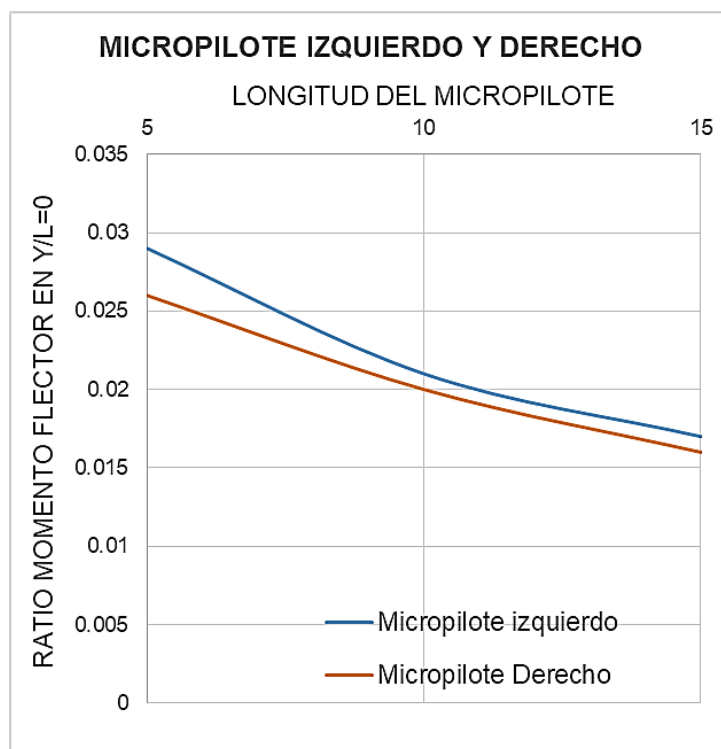


FIGURA 5.6: Ratio de los momentos flectores máximos (Elaboración propia)

5.2 COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA DINÁMICA DEL MICROPILOTE HACIENDO VARIAR EL ÁNGULO DE INCLINACIÓN.

Con el fin de realizar la comparación al variar el ángulo de inclinación α_p (ángulo formado por la vertical y el micropilote) de las tablas del anexo 2 nos muestran las

envolventes de la fuerzas internas, se tomara el máximo valor en valor absoluto de cada punto (sin considerar el signo).

5.2.1 Comparación de la fuerza axial

En el cuadro 5.4 y 5.5 se muestran las envolventes de las fuerzas axiales para cada Y/L (donde “Y” es la profundidad del micropilote y “L” es la longitud total del micropilote), de los micropilotes izquierdo y derecho respectivamente para cada ángulo de inclinación α .

CUADRO 5.4: Envolvente de la fuerza axial del micropilote izquierdo (Elaboración propia)

Y/L	ENVOLVENTE DE LA FUERZA AXIAL EN EL MICROPILOTE IZQUIERDO (KN)					
	$\alpha_p = 0^\circ$	$\alpha_p = 5^\circ$	$\alpha_p = 15^\circ$	$\alpha_p = 30^\circ$	$\alpha_p = 45^\circ$	$\alpha_p = 60^\circ$
0.00	206.59	218.28	231.69	238.92	242.65	256.58
-0.05	204.07	216.43	230.88	237.81	237.63	252.51
-0.10	200.34	213.87	229.49	235.23	233.3	245.44
-0.15	196.25	211.24	228.31	232.22	229.86	239.67
-0.20	191.74	208.37	226.97	228.46	226.48	235.43
-0.25	186.81	205.14	225.18	225.04	222.53	231.19
-0.30	181.41	201.47	222.74	221.51	218.8	225.64
-0.35	175.53	197.27	219.48	217.59	214.49	218.14
-0.40	169.17	192.52	215.3	212.86	208.54	209.85
-0.45	162.37	187.16	210.1	207.18	201.94	201.22
-0.50	155.13	181.16	203.78	200.45	194	192.54
-0.55	147.55	174.46	196.26	192.63	185.71	183.48
-0.60	139.92	166.97	187.45	182.8	176.4	173.61
-0.65	131.74	158.55	177.24	171.3	164.99	162.78
-0.70	123.4	149.03	165.49	158.09	153.9	151.01
-0.75	114.41	138.12	152.05	143.57	140.12	138.21
-0.80	104.33	125.49	136.7	127.9	125.62	123.85
-0.85	92.76	110.72	119.15	110.55	109.09	107.54
-0.90	78.97	93.36	99.18	91.45	90.1	88.85
-0.95	62.34	73.41	76.91	70.78	66.84	65.39
-1.00	48.54	57.14	60.55	54.09	36.57	40.74

CUADRO 5.5: Envolvente de la fuerza axial del micropilote derecho (Elaboración propia)

Y/L	ENVOLVENTE DE LA FUERZA AXIAL EN EL MICROPILOTE DERECHO (KN)					
	$\alpha_p = 0^\circ$	$\alpha_p = 5^\circ$	$\alpha_p = 15^\circ$	$\alpha_p = 30^\circ$	$\alpha_p = 45^\circ$	$\alpha_p = 60^\circ$
0.00	203.56	215.37	227.03	233.48	242.92	254.97
-0.05	201	213.39	225.84	231.81	237.97	250.98
-0.10	197.09	210.6	223.89	228.75	233.98	244.39
-0.15	192.78	207.69	222.02	224.82	229.83	238.86
-0.20	188.05	204.53	219.97	220.13	225.38	234.28
-0.25	182.87	201.02	217.46	214.74	221.45	229.24
-0.30	177.24	197.05	214.32	208.69	217.49	222.74
-0.35	171.38	192.59	210.41	204.43	212.52	214.81
-0.40	165.55	187.58	205.62	199.84	206.51	207.21
-0.45	159.25	182.02	199.85	195.06	200.32	199.81
-0.50	152.49	175.86	193.02	189.06	193	191.67
-0.55	145.25	169.05	185.05	181.99	184.92	182.67
-0.60	137.63	161.5	176.13	173.4	175.02	172.67
-0.65	129.76	153.1	166.43	163.54	164.41	161.66
-0.70	121.21	143.66	155.48	151.92	152.29	149.34
-0.75	112.09	132.92	142.93	138.62	139.47	135.47
-0.80	102.14	120.87	128.53	123.39	125.13	120.33
-0.85	90.62	106.74	112.06	106.68	108.91	103.59
-0.90	76.74	89.98	93.3	88.7	90.08	85.02
-0.95	59.26	70.39	72.55	69.27	67.66	64.33
-1.00	45.45	54.72	56.08	54.59	37.31	49.38

Al llevar los datos del cuadro 5.4 y 5.5 a las gráficas mostradas en las figuras 5.7, se observa que la fuerza axial máxima ocurre en la conexión del micropilote con la zapata. En el micropilote izquierdo y derecho las fuerzas axiales son mayores para los micropilotes inclinados que el micropilote vertical.

En la figura 5.8 nos muestra las fuerzas axiales máximas para cada ángulo de inclinación que se da en la unión del micropilote con la zapata en esta grafica se nota claramente como aumenta las fuerzas axiales a medida que aumenta el ángulo de inclinación.

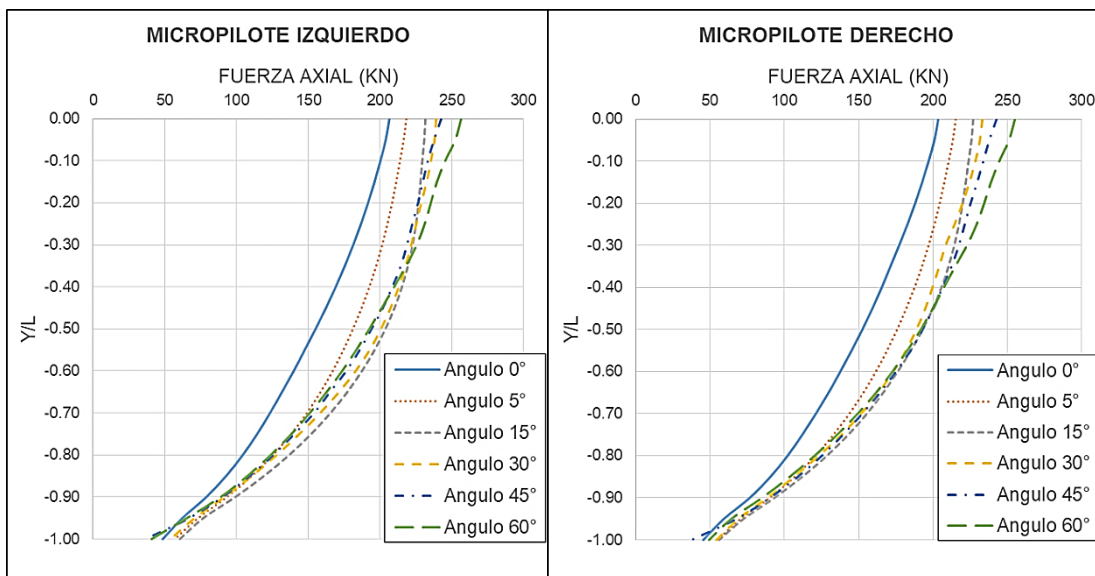


FIGURA 5.7: Envolvente de la fuerza axial del micropilote izquierdo y derecho (Elaboración propia)

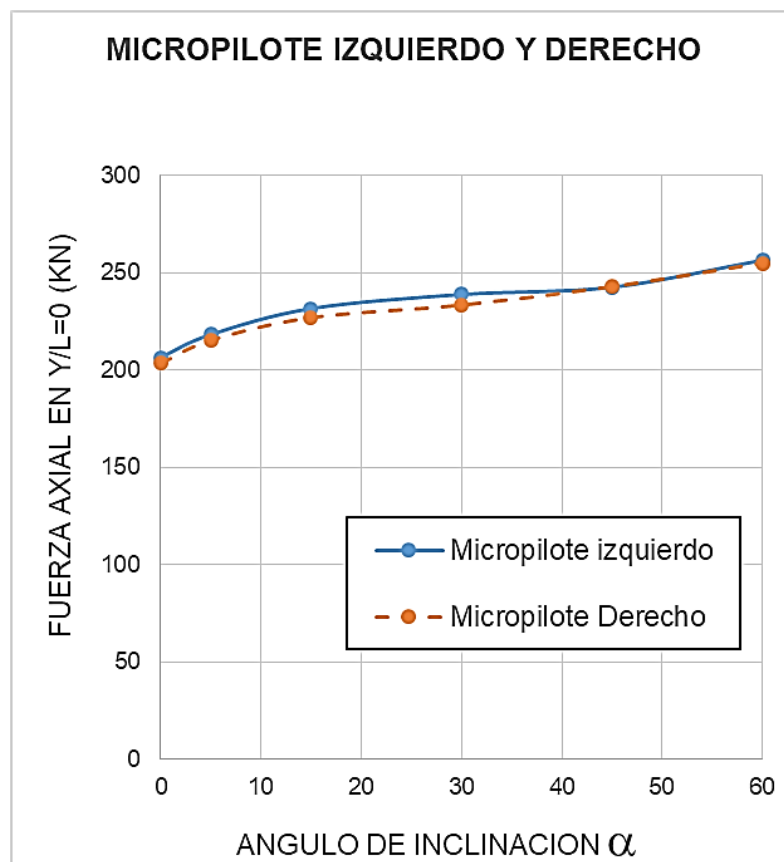


FIGURA 5.8: Fuerzas axiales máximas (Elaboración propia)

5.2.2 Comparación de la fuerza cortante

En el cuadro 5.6 y 5.7 se muestran las envolventes de las fuerzas cortantes para cada Y/L (donde “Y” es la profundidad del micropilote y “L” es la longitud total del micropilote), de los micropilotes izquierdo y derecho respectivamente para cada ángulo de inclinación α .

CUADRO 5.6: Envolvente de la fuerza cortante del micropilote izquierdo (Elaboración propia)

Y/L	ENVOLVENTE DE LA FUERZA CORTANTE EN EL MICROPILOTE IZQUIERDO (KN)					
	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
0.00	26.57	22.78	18.55	13.79	40.81	70.29
-0.05	12.33	11.79	9.11	7.02	24.28	49.3
-0.10	2.4	3.29	4.02	3.41	16.34	30.67
-0.15	3.17	3.24	2.51	2.46	9.74	19.99
-0.20	2.56	2.59	2.41	1.68	3.67	12.71
-0.25	1.51	1.62	1.71	1.28	2.35	7.29
-0.30	0.89	1.01	1.11	1.03	3.34	4.49
-0.35	0.92	0.91	0.78	0.7	2.18	8.6
-0.40	0.87	0.89	0.72	0.59	1.96	8.49
-0.45	0.78	0.85	0.68	0.67	1.13	5.95
-0.50	0.76	0.8	0.71	0.51	1.02	3.98
-0.55	0.78	0.76	0.77	0.7	0.53	2.1
-0.60	0.72	0.71	0.8	0.92	0.91	0.9
-0.65	0.55	0.64	0.78	0.73	0.55	0.47
-0.70	0.56	0.53	0.78	0.57	0.66	0.37
-0.75	0.73	0.59	0.68	0.65	1.01	0.46
-0.80	1.02	0.69	0.39	0.6	1.41	0.76
-0.85	1.29	1.32	0.81	0.78	1.91	1.12
-0.90	1.21	2.26	1.67	1.49	1.48	0.84
-0.95	3.43	1.78	1.78	1.97	1.57	1.86
-1.00	2.56	5.1	4.64	5.9	5.19	3.66

CUADRO 5.7: Envolvente de la fuerza cortante del micropilote derecho (Elaboración propia)

Y/L	ENVOLVENTE DE LA FUERZA CORTANTE EN EL MICROPILOTE DERECHO (KN)					
	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
0.00	26.33	22.81	19.73	11.48	42.07	72.19
-0.05	11.55	11.36	9.41	5.95	25.25	49.85
-0.10	1.79	2.85	3.29	3.44	15.37	31.34
-0.15	3.59	3.69	3.34	4.07	8.19	19.03
-0.20	2.84	3.06	3.16	3.53	2.38	10.95
-0.25	1.69	1.98	2.25	2.58	2.13	4.42

-0.30	0.96	1.2	1.46	2.14	2.3	3.79
-0.35	0.97	0.86	0.98	1.14	2.28	7.19
-0.40	1	0.94	0.71	0.67	1.89	7.18
-0.45	0.94	0.96	0.73	0.6	1.13	5.32
-0.50	0.86	0.95	0.73	0.57	0.8	3.32
-0.55	0.83	0.96	0.69	0.88	0.46	1.87
-0.60	0.78	0.94	0.63	0.56	0.57	0.98
-0.65	0.72	0.87	0.58	0.6	0.31	0.41
-0.70	0.8	0.86	0.55	0.73	0.68	0.32
-0.75	0.84	0.7	0.56	0.46	0.86	0.3
-0.80	0.78	0.38	0.57	0.68	1.09	0.44
-0.85	0.82	0.62	0.82	1.03	1.55	0.78
-0.90	1.63	1.33	1.6	1.24	1.75	1.01
-0.95	3.73	2.2	2.32	1.04	1.92	0.64
-1.00	5.9	2.4	3.56	7.1	4.8	3.83

Al llevar los datos del cuadro 5.6 y 5.7 a las gráficas mostradas en las figuras 5.9, se observa que la fuerza cortante máxima ocurre en la conexión del micropilote con la zapata. En el micropilote izquierdo y derecho al aumentar el ángulo de inclinación de los micropilotes hasta los 30° las fuerzas de corte disminuyen pero al seguir aumentado los ángulos de inclinación a 45° y 60° las fuerzas cortantes aumentan severamente.

Un punto importante que se observa en las gráficas es que a partir de la profundidad de -0.5 ($Y/L \leq -0.5$), las fuerzas cortantes son casi constantes y aproximadamente el 4% en promedio de las fuerzas cortantes máximas en la base ($Y/L=0$).

Otro punto de corte importante se observa en $Y/L = -0.20$, es decir las fuerzas cortantes son muy altas hasta la profundidad del 20% del micropilote.

En la figura 5.10 nos muestra las fuerzas cortantes máximas ($Y/L=0$) para cada ángulo de inclinación, en esta grafica se nota claramente que el menor valor de la fuerza cortante se da para los micropilotes con un ángulo de inclinación de 30°.

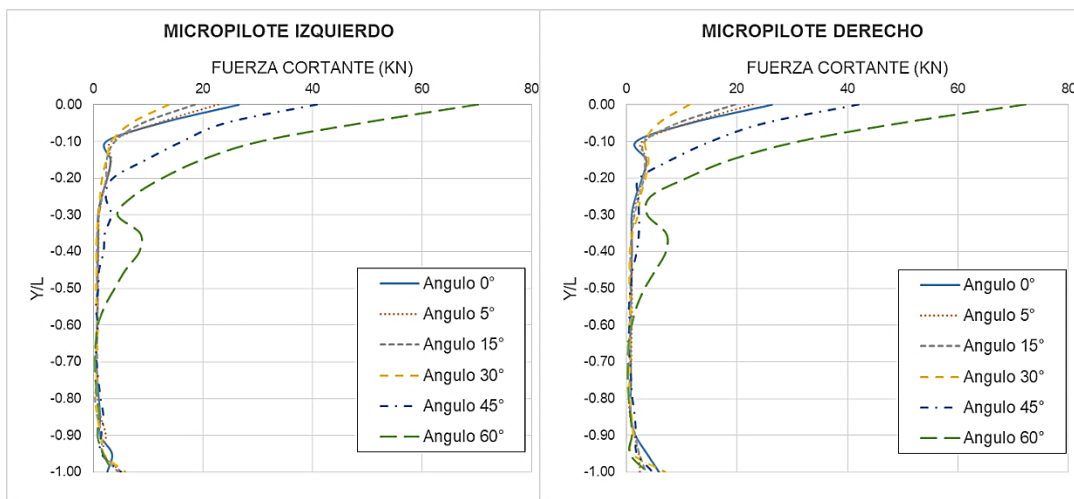


FIGURA 5.9: Envolvente de la fuerza cortante del micropilote izquierdo y derecho (Elaboración propia)

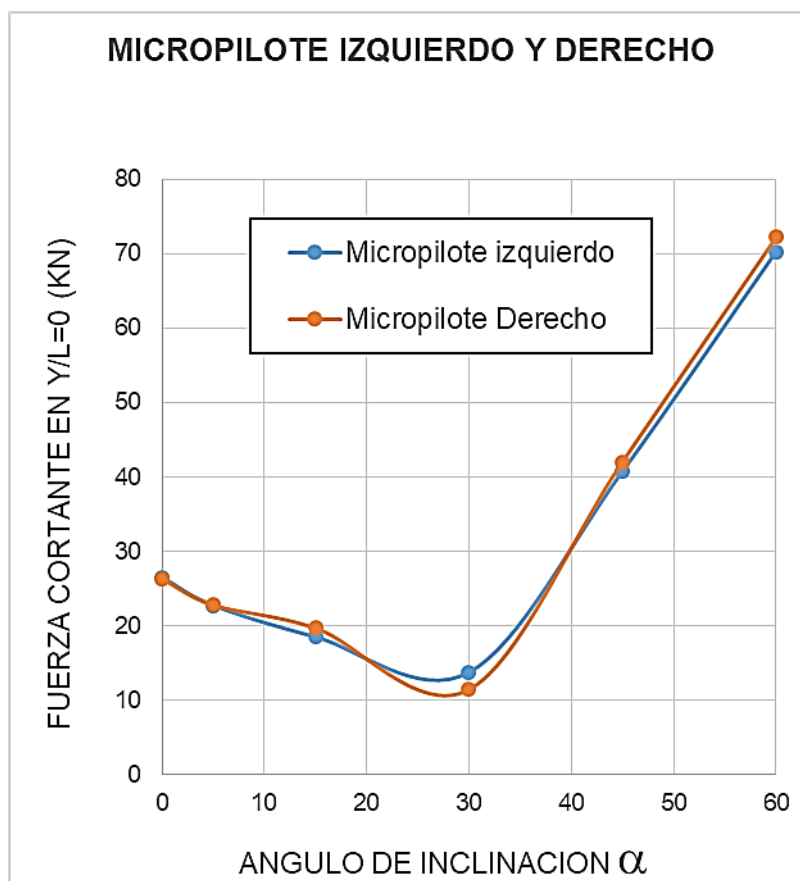


FIGURA 5.10: Fuerzas cortantes máximos (Elaboración propia)

5.2.3 Comparación del momento flector

En el cuadro 5.8 y 5.9 se muestran las envolventes de los momentos flectores para cada Y/L (donde “Y” es la profundidad del micropilote y “L” es la longitud total del micropilote), de los micropilotes izquierdo y derecho respectivamente para cada ángulo de inclinación “ α_p ”.

CUADRO 5.8: Envolvente del momento flector del micropilote izquierdo (Elaboración propia)

Y/L	ENVOLVENTE DEL MOMENTO FLECTOR EN EL MICROPILOTE IZQUIERDO (KN-m)					
	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
0.00	14.04	14.46	12.26	8.22	30.11	60.29
-0.05	4.43	5.97	6.62	6.18	15.82	32.54
-0.10	5.03	5.58	5.65	4.54	7.03	13.43
-0.15	3.82	4.25	4.94	4.07	4.78	3.45
-0.20	2.33	2.73	3.66	3.26	6.83	10.26
-0.25	1.54	1.68	2.62	2.48	6.26	13.93
-0.30	1.3	1.33	1.92	1.85	4.76	15.44
-0.35	1.08	1.09	1.46	1.49	3.4	13.19
-0.40	1.04	0.93	1.1	1.23	2.31	8.89
-0.45	1.04	0.92	0.88	1.02	1.54	5.24
-0.50	1.13	0.89	0.9	0.82	0.98	2.72
-0.55	1.37	1.07	0.92	0.82	0.7	1.26
-0.60	1.56	1.39	0.88	0.92	0.71	0.54
-0.65	1.67	1.73	1.05	1	0.7	0.42
-0.70	1.85	2.01	1.3	1.04	0.68	0.44
-0.75	2.04	2.18	1.59	1.13	0.46	0.62
-0.80	2.35	2.12	1.72	1.11	0.86	0.88
-0.85	2.59	1.83	1.56	1.34	1.63	1.3
-0.90	2.48	1.97	1.67	1.55	2.15	1.65
-0.95	1.45	1.83	1.41	1.32	2.16	1.37
-1.00	0	0	0	0	0	0

CUADRO 5.9: Envolvente del momento flector del micropilote derecho (Elaboración propia)

Y/L	ENVOLVENTE DEL MOMENTO FLECTOR EN EL MICROPILOTE DERECHO (KN-m)					
	$\alpha_p = 0^\circ$	$\alpha_p = 5^\circ$	$\alpha_p = 15^\circ$	$\alpha_p = 30^\circ$	$\alpha_p = 45^\circ$	$\alpha_p = 60^\circ$
0.00	13.01	13.51	10.78	9.52	28.9	60.28
-0.05	4.27	5.38	5.47	9.11	15.09	31.24
-0.10	5.61	6.43	7.08	8.04	6.36	11.74
-0.15	4.16	4.9	5.89	6.11	4.83	3.35
-0.20	2.49	3.16	4.2	4.21	6.58	10.42
-0.25	1.49	1.9	2.84	2.75	5.96	13.73

-0.30	1.26	1.26	1.92	1.71	4.81	14.21
-0.35	0.9	0.92	1.47	1.62	3.55	11.7
-0.40	0.74	0.81	1.21	1.31	2.45	7.97
-0.45	0.86	0.95	1.21	0.98	1.7	4.81
-0.50	1.02	1.07	1.2	0.79	1.26	2.67
-0.55	1.3	1.41	1.24	0.67	1.03	1.41
-0.60	1.51	1.71	1.38	0.66	0.8	0.76
-0.65	1.67	1.94	1.43	0.67	0.65	0.46
-0.70	1.99	2.26	1.55	0.81	0.52	0.43
-0.75	2.29	2.55	1.73	0.98	0.53	0.45
-0.80	2.53	2.66	1.87	1.34	0.94	0.38
-0.85	2.6	2.51	1.99	1.73	1.62	0.56
-0.90	2.19	2.03	2.08	2.02	2.35	0.89
-0.95	0.83	1.17	1.63	1.75	2.25	1.03
-1.00	0	0	0	0	0	0

Al llevar los datos del cuadro 5.8 y 5.9 a las gráficas mostradas en las figuras 5.11, se observa que el momento flector máximo ocurre en la conexión del micropilote con la zapata. En el micropilote izquierdo y derecho al aumentar el ángulo de inclinación de los micropilotes hasta los 30° los momentos flectores disminuyen pero al seguir aumentando los ángulos de inclinación a 45° y 60° los momentos flectores aumentan severamente.

En el micropilote izquierdo con un ángulo de inclinación de 30° el momento flector máximo viene ser el 59% del micropilote vertical (0°) y para el ángulo de inclinación de 60° es 4.3 veces el momento flector máximo del micropilote vertical.

En el micropilote derecho con un ángulo de inclinación de 30° el momento flector máximo viene ser el 73% del micropilote vertical (0°) y para el ángulo de inclinación de 60° es 4.6 veces el momento flector máximo del micropilote vertical.

En la figura 5.12 nos muestra los momentos flectores máximas ($Y/L=0$) para cada ángulo de inclinación, en esta gráfica se nota claramente que el menor valor del momento flector se da para los micropilotes con un ángulo de inclinación de 30°.

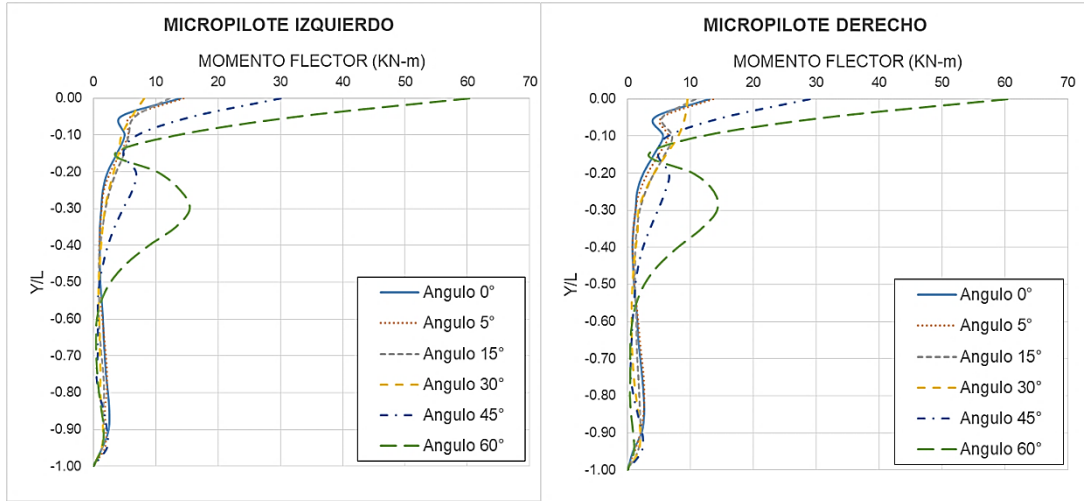


FIGURA 5.11: Envolvente del momento flector del micropilote izquierdo y derecho (Elaboración propia)

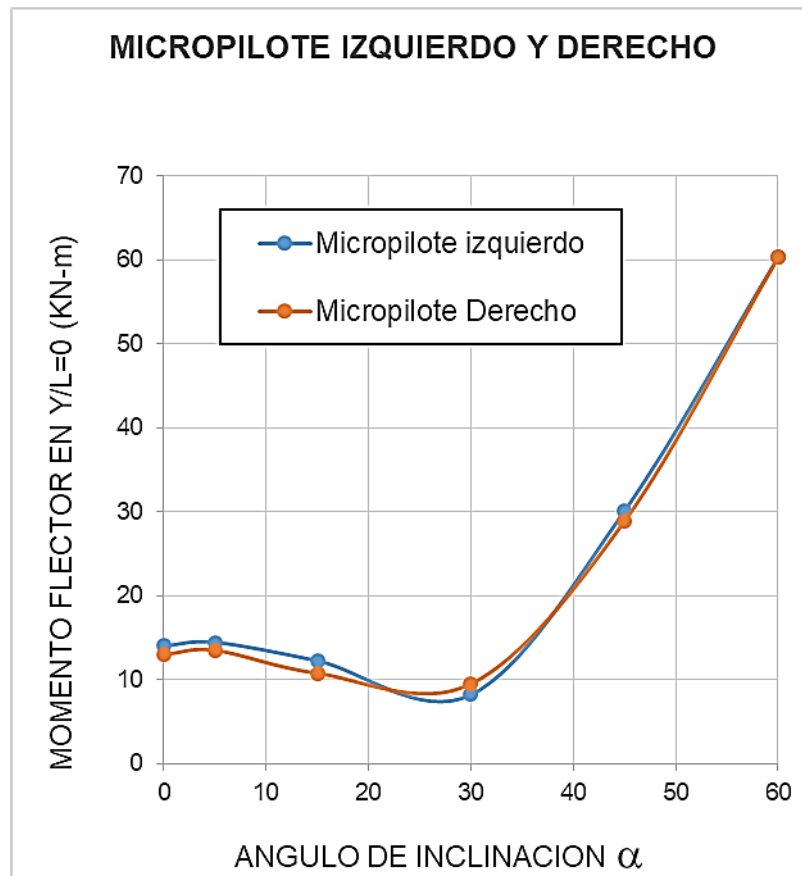


FIGURA 5.12: Momentos flectores máximos (Elaboración propia)

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los micropilotes verticales más esbeltos causan una disminución de todas las fuerzas internas, al triplicar la longitud del micropilote manteniendo el diámetro del micropilote (aumentar la esbeltez), se obtiene para las fuerzas axiales una disminución de hasta el 5%, para las fuerzas cortantes una disminución de hasta el 49.3% y para los momentos flectores una disminución de hasta el 38.5%. Se puede concluir que el buen comportamiento sísmico de los micropilotes es inversamente proporcional a su esbeltez.

Los resultados muestran que en general los micropilotes inclinados tiene un mejor comportamiento sísmico que los micropilotes verticales, aunque para las fuerzas axiales se obtuvieron menores valores para el micropilote vertical, pero tanto las fuerzas cortantes y los momento flectores del micropilote inclinado de 30° disminuyen en un 56.4% y 41.5% respectivamente con respecto al micropilote vertical, además que aumentan de forma alarmante para ángulos mayores de 30°. Se concluye que el ángulo óptimo teórico de inclinación del micropilote en zonas sísmica vendría ser de 30°.

Los micropilotes son elementos cilíndricos de diámetro pequeños (menor a 30 cm.) que son ejecutados en situ constituidos de un refuerzo de acero y rellenos por morteros o lechadas de cemento, trabaja por fricción y su resistencia por punta es despreciable por su pequeño diámetro. Los micropilotes viene a ser un tipo de cimentación profunda alterna al de los pilotes, en general se puede decir que en ocasiones donde es muy complicado en usar pilotes los micropilotes vienen a ser una buena alternativa debido a la maniobrabilidad y flexibilidad de las máquinas de micropilotaje. La calidad final del micropilote depende de un proceso riguroso de la ejecución. Tiene su principal aplicación en recalces y rehabilitaciones ha tenido una amplia aplicación en la restauración de monumentos históricos, pero en los últimos años se ha extendido su uso en puentes, túneles, carreteras, edificaciones y en estabilización de taludes.

La presencia de las estructuras tiene un efecto importante en la respuesta sísmica del micropilote esto es notorio porque la fuerzas internas máximas se encuentran en la conexión de los micropilotes y las estructuras.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ahondar sobre el tema de micropilotes ya que resulta una herramienta importante en las obras civiles que han sido usados ampliamente a nivel mundial.

Se recomienda seguir protocolos rigurosos en el control de calidad de los micropilotes ya sea en la etapa de construcción y en los materiales a utilizar.

Se recomienda que en lugares altamente sísmicos es recomendable utilizar micropilotes más delgados y largos (más esbeltos) que micropilotes chatos y gruesos.

Se recomienda el uso de micropilotes inclinados en zonas sísmicas, limitando el ángulo de inclinación a 30°. Es decir usar micropilotes con ángulos de inclinaciones cercanas pero menores a 30°.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado Cruz Osman Reynaldo, Segovia Castro Marvin Tomás, “Zonas con Suelos Compresibles en la Ciudad de San Miguel y Aplicabilidad de Cimentaciones Profundas”, Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad del oriente, San Miguel, 2004.
2. Arguedas Villalobos Cristian, “Eficiencia del Uso de Micropilotes como Arriostres Geotécnicos para Resistir Carga Sísmica”, Informe de Proyecto de Graduación para Obtener el Grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica – Facultad de Ingeniería – Escuela de Ingeniería Civil, San José, 2009.
3. Barba García Ángel, “Micropilotes en Cimentaciones”, Trabajo Fin de Grado, Universidad Católica San Antonio, Murcia, 2012.
4. Botello Rojas Azucena del Pilar, “Sobre el comportamiento de Micropilotes Trabajando a Flexión y/o Cortante en Estructuras de Tierra”, Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2015.
5. Brinkgreve R. B. J., “Plaxis Versión 8 – Manual de Referencia”, Delft University of Technology / Plaxis b.v., Países Bajos, 2004
6. Federal Highway Administration (FHWA), “Micropile Design and Construction Guidelines”, U.S. Department of Transportation, Washington D.C., 2000.
7. Hernández del Pozo Juan C., Ocete Ruiz Isidro, Lamas Fernández Francisco, Hernández Garuayo Juan c., “Micropilotes Inyectados Técnica y Cálculo”, Universidad de Granada – Departamento de Ingeniería civil, Granada, 2012
8. Leoni Augusto José, “Micropilotes y Anclajes Inyectados”, Universidad Nacional de La Plata – Facultad de Ingeniería, La Plata, 2015.

9. Ministerio de Fomento de España, “Guía para el Proyecto y la Ejecución de Micropilotes en Obras de Carretera”, Dirección General de carreteras, Madrid, 2005.
10. Novarece Puente Juan Carlos, “Solución con Micropilotes para Cimentaciones, Recalces, Retención de Tierras y Estabilización de Laderas”, SITE, Canadá, 2003.
11. Ortiz Hermosillo Ricardo Enrique, “Efecto de la Presión de Inyección en el Comportamiento Axial de Micropilotes Instalados en Suelos Blandos”, Tesis para Optar el Grado de Doctor en Ingeniería – UNAM, México, 2009.
12. Palacios Andrade Álvaro A., Hurtado Hurtado José C., “Diseño de Micropilotes”, Laboratorio de Ingeniería Geotécnica – Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, 2009.
13. Ros Esteban Antonio, “Manual de Anclajes para Minería y Obra civil”, Proyecto de Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 2006.

ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS EXPORTADOS DE PLAXIS 2D DE MICROPILOTES DE 5, 10 Y 15 METROS DE LONGITUD

1.1 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes de longitud de 5 metros.

Envolvente de las fuerzas internas del micropilote izquierdo de longitud 5 metros.

Plate	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	100	-0.35	0	-181.066	0.000	0.000	22.934	-10.029	0.000
		101	-0.35	-0.125	-180.788	0.000	0.000	18.871	-8.248	0.000
		102	-0.35	-0.25	-180.253	0.000	0.000	15.017	-6.677	0.000
		103	-0.35	-0.375	-179.468	0.000	0.000	11.498	-5.317	0.429
		138	-0.35	-0.5	-178.443	0.000	0.000	8.835	-4.177	1.299
	2 micropilote 0.20	138	-0.35	-0.5	-178.569	0.000	0.000	8.780	-4.177	1.299
		139	-0.35	-0.625	-177.321	0.000	0.000	6.773	-3.323	1.922
		140	-0.35	-0.75	-175.877	0.000	0.000	5.238	-2.617	2.435
		141	-0.35	-0.875	-174.267	0.000	0.000	4.115	-2.049	2.831
		182	-0.35	-1	-172.518	0.000	-0.247	2.901	-1.614	3.104
	3 micropilote 0.20	182	-0.35	-1	-172.578	0.000	-0.287	2.890	-1.614	3.104
		183	-0.35	-1.125	-170.671	0.000	-1.081	2.201	-1.292	3.269
		184	-0.35	-1.25	-168.683	0.000	-1.590	1.342	-1.072	3.331
		185	-0.35	-1.375	-166.757	0.000	-1.867	0.504	-0.956	3.284
		220	-0.35	-1.5	-164.828	0.000	-1.918	0.000	-0.936	3.132
	4 micropilote 0.20	220	-0.35	-1.5	-164.856	0.000	-1.969	0.399	-0.936	3.132
		221	-0.35	-1.625	-162.929	0.000	-1.903	0.106	-0.909	2.984
		222	-0.35	-1.75	-160.887	0.000	-2.029	0.117	-0.896	2.813
		223	-0.35	-1.875	-158.735	0.000	-1.969	0.331	-0.872	2.648
		244	-0.35	-2	-156.480	0.000	-1.691	0.602	-0.814	2.517
	5 micropilote 0.20	244	-0.35	-2	-156.493	0.000	-1.742	0.524	-0.814	2.517
		245	-0.35	-2.125	-154.218	0.000	-1.264	1.002	-0.803	2.419
		246	-0.35	-2.25	-151.959	0.000	-0.744	1.677	-0.790	2.393
		247	-0.35	-2.375	-149.716	0.000	-0.476	2.496	-0.723	2.460
		272	-0.35	-2.5	-147.493	0.000	-0.222	3.350	-0.532	2.636
	6 micropilote 0.20	272	-0.35	-2.5	-147.563	0.000	-0.269	2.787	-0.532	2.636
		273	-0.35	-2.625	-145.084	0.000	-0.016	3.878	-0.273	2.880
		274	-0.35	-2.75	-142.344	0.000	0.000	4.768	-0.007	3.268
275		-0.35	-2.875	-139.426	0.000	0.000	5.422	0.000	3.752	
368		-0.35	-3	-136.416	0.000	0.000	5.894	0.000	4.295	
7 micropilote 0.20	368	-0.35	-3	-136.452	0.000	0.000	5.967	0.000	4.295	
	369	-0.35	-3.125	-133.351	0.000	0.000	6.383	0.000	4.902	

		370	-0.35	-3.25	-130.086	0.000	0.000	6.252	0.000	5.514
		371	-0.35	-3.375	-126.675	0.000	0.000	5.869	0.000	6.124
		436	-0.35	-3.5	-123.133	0.000	0.000	5.532	0.000	6.739
	8	436	-0.35	-3.5	-123.142	0.000	0.000	5.476	0.000	6.739
	micropilote 0.20	437	-0.35	-3.625	-119.230	0.000	0.000	4.255	0.000	7.248
		438	-0.35	-3.75	-114.950	0.000	0.000	2.907	0.000	7.577
		439	-0.35	-3.875	-110.438	0.000	-0.367	1.443	0.000	7.678
		646	-0.35	-4	-105.540	0.000	-2.741	0.322	0.000	7.501
	9	646	-0.35	-4	-105.557	0.000	-2.406	0.692	0.000	7.501
	micropilote 0.20	647	-0.35	-4.125	-99.965	0.000	-4.333	0.035	0.000	7.091
		648	-0.35	-4.25	-94.005	0.000	-6.393	0.000	0.000	6.417
		649	-0.35	-4.375	-87.667	0.000	-7.959	0.000	0.000	5.523
		904	-0.35	-4.5	-80.942	0.000	-8.674	0.000	0.000	4.471
	10	904	-0.35	-4.5	-81.403	0.000	-9.847	0.000	0.000	4.471
	micropilote 0.20	905	-0.35	-4.625	-72.131	0.000	-9.531	0.000	0.000	3.269
		906	-0.35	-4.75	-64.319	0.000	-9.352	0.000	-0.173	2.077
		907	-0.35	-4.875	-58.570	0.000	-8.557	0.472	-0.250	0.962
		1170	-0.35	-5	-55.486	0.000	-6.496	3.797	0.000	0.000

Envolvente de las fuerzas internas del micropilote derecho de longitud 5 metros.

Plate	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	25	0.35	0	-179.256	0.000	-22.958	0.000	0.000	9.105
		22	0.35	-0.125	-178.992	0.000	-18.953	0.000	0.000	7.363
		23	0.35	-0.25	-178.489	0.000	-15.132	0.000	-0.144	5.875
		24	0.35	-0.375	-177.754	0.000	-11.550	0.000	-1.082	4.628
		56	0.35	-0.5	-176.793	0.000	-8.956	0.000	-1.838	3.611
	2 micropilote 0.20	56	0.35	-0.5	-176.888	0.000	-9.002	0.000	-1.838	3.611
		57	0.35	-0.625	-175.667	0.000	-7.121	0.000	-2.392	2.822
		58	0.35	-0.75	-174.290	0.000	-5.594	0.000	-2.863	2.147
		59	0.35	-0.875	-172.779	0.000	-4.256	0.000	-3.217	1.609
		124	0.35	-1	-171.157	0.000	-2.832	0.263	-3.419	1.236
	3 micropilote 0.20	124	0.35	-1	-171.187	0.000	-2.902	0.303	-3.419	1.236
		125	0.35	-1.125	-169.420	0.000	-2.105	1.079	-3.512	0.989
		126	0.35	-1.25	-167.551	0.000	-1.424	1.570	-3.549	0.823
		127	0.35	-1.375	-165.595	0.000	-0.696	1.801	-3.530	0.737
		158	0.35	-1.5	-163.569	0.000	0.000	1.842	-3.413	0.728
	4 micropilote 0.20	158	0.35	-1.5	-163.611	0.000	-0.443	1.878	-3.413	0.728
		159	0.35	-1.625	-161.554	0.000	0.000	2.072	-3.259	0.741
		160	0.35	-1.75	-159.423	0.000	0.000	2.399	-3.051	0.783
		161	0.35	-1.875	-157.217	0.000	0.000	2.332	-2.829	0.825
		206	0.35	-2	-154.933	0.000	-0.016	1.902	-2.631	0.841
5 micropilote 0.20	206	0.35	-2	-154.954	0.000	0.000	1.984	-2.631	0.841	
	207	0.35	-2.125	-152.666	0.000	-0.475	1.344	-2.461	0.837	

		208	0.35	-2.25	-150.428	0.000	-1.582	0.572	-2.383	0.711
		209	0.35	-2.375	-148.150	0.000	-2.626	0.281	-2.400	0.541
		258	0.35	-2.5	-145.748	0.000	-3.120	0.078	-2.566	0.322
	6	258	0.35	-2.5	-145.840	0.000	-3.036	0.079	-2.566	0.322
	micropilote 0.20	259	0.35	-2.625	-143.608	0.000	-5.117	0.000	-2.894	0.002
		260	0.35	-2.75	-141.023	0.000	-6.685	0.000	-3.461	0.000
		261	0.35	-2.875	-138.113	0.000	-7.677	0.000	-4.218	0.000
		354	0.35	-3	-134.904	0.000	-8.030	0.000	-5.086	0.000
	7	354	0.35	-3	-134.980	0.000	-8.115	0.000	-5.086	0.000
	micropilote 0.20	357	0.35	-3.125	-131.776	0.000	-8.918	0.000	-6.037	0.000
		356	0.35	-3.25	-128.360	0.000	-9.197	0.000	-7.111	0.000
		355	0.35	-3.375	-124.880	0.000	-8.950	0.000	-8.187	0.000
		392	0.35	-3.5	-121.305	0.000	-8.333	0.000	-9.193	0.000
	8	392	0.35	-3.5	-121.307	0.000	-8.135	0.000	-9.193	0.000
	micropilote 0.20	393	0.35	-3.625	-117.393	0.000	-7.311	0.000	-10.083	0.000
		394	0.35	-3.75	-113.167	0.000	-5.415	0.000	-10.753	0.000
		395	0.35	-3.875	-108.720	0.000	-2.842	0.000	-11.100	0.000
		422	0.35	-4	-103.957	0.000	-0.578	2.348	-11.034	0.000
	9	422	0.35	-4	-103.852	0.000	-0.775	1.943	-11.034	0.000
	micropilote 0.20	425	0.35	-4.125	-98.494	0.000	-0.081	5.593	-10.576	0.000
		424	0.35	-4.25	-92.584	0.000	-0.015	8.953	-9.648	0.000
		423	0.35	-4.375	-86.101	0.000	0.000	11.084	-8.389	0.000
		660	0.35	-4.5	-79.023	0.000	0.000	11.163	-6.968	0.000
	10	660	0.35	-4.5	-80.420	0.000	0.000	11.620	-6.968	0.000
	micropilote 0.20	661	0.35	-4.625	-69.896	0.000	0.000	13.210	-5.371	0.000
		662	0.35	-4.75	-62.859	0.000	0.000	13.181	-3.753	0.000
		663	0.35	-4.875	-59.814	0.000	0.000	14.286	-2.028	0.000
		934	0.35	-5	-61.270	0.000	0.000	19.297	0.000	0.000

1.2 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes de longitud de 10 metros

Envolvente de las fuerzas internas del micropilote izquierdo de longitud 10 metros.

Plate	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	643	-0.35	0	-349.723	0.000	0.000	36.862	-14.599	0.000
		639	-0.35	-0.125	-349.292	0.000	0.000	32.035	-10.305	0.000
		640	-0.35	-0.25	-348.594	0.000	0.000	27.198	-7.408	0.050
		641	-0.35	-0.375	-347.633	0.000	0.000	22.391	-5.499	1.520
		642	-0.35	-0.5	-346.415	0.000	0.000	17.653	-3.913	2.700
	2	642	-0.35	-0.5	-346.443	0.000	0.000	17.627	-3.913	2.700

micropilote 0.20	611	-0.35	-0.625	-345.056	0.000	0.000	12.884	-2.652	3.586
	612	-0.35	-0.75	-343.557	0.000	0.000	8.678	-1.689	4.199
	613	-0.35	-0.875	-341.952	0.000	0.000	5.048	-0.985	4.574
	610	-0.35	-1	-340.246	0.000	-0.019	3.137	-0.498	4.748
3 micropilote 0.20	610	-0.35	-1	-340.256	0.000	-0.037	3.131	-0.498	4.748
	262	-0.35	-1.125	-338.472	0.000	-1.243	1.918	-0.185	4.767
	263	-0.35	-1.25	-336.633	0.000	-2.522	0.965	-0.007	4.665
	264	-0.35	-1.375	-334.743	0.000	-3.369	0.243	0.000	4.469
	265	-0.35	-1.5	-332.806	0.000	-3.801	0.000	0.000	4.209
4 micropilote 0.20	265	-0.35	-1.5	-332.811	0.000	-3.848	0.000	0.000	4.209
	249	-0.35	-1.625	-330.840	0.000	-3.998	0.000	-0.101	3.909
	250	-0.35	-1.75	-328.840	0.000	-3.971	0.000	-0.262	3.585
	251	-0.35	-1.875	-326.812	0.000	-3.783	0.000	-0.462	3.247
	690	-0.35	-2	-324.759	0.000	-3.449	0.000	-0.770	2.905
5 micropilote 0.20	690	-0.35	-2	-324.756	0.000	-3.474	0.000	-0.770	2.905
	691	-0.35	-2.125	-322.681	0.000	-3.077	0.000	-1.043	2.572
	692	-0.35	-2.25	-320.567	0.000	-2.665	0.000	-1.339	2.255
	693	-0.35	-2.375	-318.414	0.000	-2.263	0.000	-1.589	1.959
	714	-0.35	-2.5	-316.225	0.000	-2.016	0.000	-1.787	1.691
6 micropilote 0.20	714	-0.35	-2.5	-316.222	0.000	-2.035	0.000	-1.787	1.691
	715	-0.35	-2.625	-313.992	0.000	-1.827	0.000	-1.938	1.450
	716	-0.35	-2.75	-311.722	0.000	-1.654	0.003	-2.045	1.233
	717	-0.35	-2.875	-309.414	0.000	-1.501	0.194	-2.114	1.036
	738	-0.35	-3	-307.068	0.000	-1.357	0.359	-2.150	0.857
7 micropilote 0.20	738	-0.35	-3	-307.068	0.000	-1.355	0.359	-2.150	0.857
	739	-0.35	-3.125	-304.681	0.000	-1.235	0.495	-2.158	0.696
	740	-0.35	-3.25	-302.256	0.000	-1.147	0.611	-2.146	0.577
	741	-0.35	-3.375	-299.794	0.000	-1.078	0.699	-2.117	0.486
	762	-0.35	-3.5	-297.364	0.000	-1.042	0.751	-2.078	0.401
8 micropilote 0.20	762	-0.35	-3.5	-297.364	0.000	-1.042	0.758	-2.078	0.401
	763	-0.35	-3.625	-295.015	0.000	-1.065	0.772	-2.033	0.406
	764	-0.35	-3.75	-292.630	0.000	-1.097	0.781	-1.984	0.421
	765	-0.35	-3.875	-290.211	0.000	-1.128	0.788	-1.934	0.429
	812	-0.35	-4	-287.758	0.000	-1.145	0.795	-1.904	0.432
9 micropilote 0.20	812	-0.35	-4	-287.754	0.000	-1.142	0.797	-1.904	0.432
	813	-0.35	-4.125	-285.259	0.000	-1.104	0.829	-1.901	0.434
	814	-0.35	-4.25	-282.716	0.000	-1.045	0.869	-1.895	0.439
	815	-0.35	-4.375	-280.127	0.000	-0.969	0.908	-1.885	0.448
	836	-0.35	-4.5	-277.493	0.000	-0.881	0.942	-1.870	0.463
10 micropilote 0.20	836	-0.35	-4.5	-277.491	0.000	-0.878	0.949	-1.870	0.463
	837	-0.35	-4.625	-274.817	0.000	-0.816	0.950	-1.853	0.485
	838	-0.35	-4.75	-272.096	0.000	-0.745	0.964	-1.834	0.555
	839	-0.35	-4.875	-269.331	0.000	-0.673	0.987	-1.812	0.632
	892	-0.35	-5	-266.524	0.000	-0.610	1.017	-1.786	0.713
11 micropilote 0.20	892	-0.35	-5	-266.523	0.000	-0.613	1.012	-1.786	0.713
	893	-0.35	-5.125	-263.677	0.000	-0.533	1.066	-1.757	0.801

	894	-0.35	-5.25	-260.781	0.000	-0.446	1.121	-1.738	0.896
	895	-0.35	-5.375	-257.837	0.000	-0.399	1.173	-1.788	1.000
	916	-0.35	-5.5	-254.847	0.000	-0.358	1.221	-1.830	1.122
12	916	-0.35	-5.5	-254.836	0.000	-0.323	1.266	-1.830	1.122
micropilote 0.20	917	-0.35	-5.625	-251.807	0.000	-0.410	1.152	-1.867	1.272
	918	-0.35	-5.75	-248.728	0.000	-0.489	1.057	-1.912	1.406
	919	-0.35	-5.875	-245.604	0.000	-0.571	0.944	-1.964	1.521
	986	-0.35	-6	-242.438	0.000	-0.669	0.800	-2.024	1.614
13	986	-0.35	-6	-242.438	0.000	-0.656	0.814	-2.024	1.614
micropilote 0.20	987	-0.35	-6.125	-239.247	0.000	-0.725	0.713	-2.091	1.686
	988	-0.35	-6.25	-236.005	0.000	-0.669	0.807	-2.156	1.743
	989	-0.35	-6.375	-232.711	0.000	-0.491	0.951	-2.202	1.805
	1024	-0.35	-6.5	-229.363	0.000	-0.192	1.143	-2.212	1.890
14	1024	-0.35	-6.5	-229.348	0.000	-0.186	1.145	-2.212	1.890
micropilote 0.20	1025	-0.35	-6.625	-225.931	0.000	0.000	1.288	-2.183	2.003
	1026	-0.35	-6.75	-222.444	0.000	0.000	1.505	-2.113	2.149
	1027	-0.35	-6.875	-218.980	0.000	0.000	1.910	-1.991	2.337
	1120	-0.35	-7	-215.460	0.000	0.000	2.364	-1.811	2.581
15	1120	-0.35	-7	-215.466	0.000	0.000	2.329	-1.811	2.581
micropilote 0.20	1121	-0.35	-7.125	-211.827	0.000	0.000	3.004	-1.571	2.883
	1122	-0.35	-7.25	-208.103	0.000	0.000	3.572	-1.266	3.252
	1123	-0.35	-7.375	-204.327	0.000	0.000	3.810	-0.920	3.654
	1158	-0.35	-7.5	-200.535	0.000	0.000	3.563	-0.561	4.052
16	1158	-0.35	-7.5	-200.798	0.000	0.000	2.019	-0.561	4.052
micropilote 0.20	1159	-0.35	-7.625	-196.724	0.000	0.000	3.715	-0.297	4.321
	1160	-0.35	-7.75	-192.425	0.000	0.000	4.605	0.000	4.725
	1161	-0.35	-7.875	-187.965	0.000	0.000	4.847	0.000	5.188
	1338	-0.35	-8	-183.411	0.000	0.000	4.599	0.000	5.638
17	1338	-0.35	-8	-183.404	0.000	0.000	4.252	0.000	5.638
micropilote 0.20	1339	-0.35	-8.125	-178.852	0.000	0.000	4.758	0.000	6.060
	1340	-0.35	-8.25	-173.952	0.000	0.000	5.040	0.000	6.545
	1341	-0.35	-8.375	-168.684	0.000	0.000	4.778	0.000	7.003
	1376	-0.35	-8.5	-163.029	0.000	0.000	3.294	0.000	7.333
18	1376	-0.35	-8.5	-162.888	0.000	0.000	4.802	0.000	7.333
micropilote 0.20	1377	-0.35	-8.625	-157.284	0.000	0.000	2.477	0.000	7.554
	1378	-0.35	-8.75	-151.384	0.000	-1.213	1.287	0.000	7.558
	1379	-0.35	-8.875	-145.115	0.000	-2.908	0.724	0.000	7.335
	1602	-0.35	-9	-138.408	0.000	-4.919	0.288	0.000	6.885
19	1602	-0.35	-9	-138.395	0.000	-4.725	0.340	0.000	6.885
micropilote 0.20	1603	-0.35	-9.125	-130.944	0.000	-7.450	0.141	0.000	6.147
	1604	-0.35	-9.25	-123.266	0.000	-9.874	0.040	0.000	5.054
	1605	-0.35	-9.375	-115.417	0.000	-11.433	0.000	0.000	3.717
	1876	-0.35	-9.5	-107.449	0.000	-11.453	0.000	0.000	2.265
20	1876	-0.35	-9.5	-108.439	0.000	-13.976	0.000	0.000	2.265
micropilote 0.20	1877	-0.35	-9.625	-98.896	0.000	-8.748	0.000	-0.200	0.880
	1878	-0.35	-9.75	-91.521	0.000	-4.897	0.000	-0.670	0.328

		1879	-0.35	-9.875	-86.710	0.000	-1.492	2.291	-0.640	0.180
		2100	-0.35	-10	-84.860	0.000	-1.617	8.573	0.000	0.000

Envolvente de las fuerzas internas del micropilote derecho de longitud 10 metros.

Plate	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	53	0.35	0	-352.449	0.000	-36.862	0.000	0.000	14.139
		50	0.35	-0.125	-352.061	0.000	-32.013	0.000	0.000	10.642
		51	0.35	-0.25	-351.419	0.000	-27.163	0.000	0.000	8.371
		52	0.35	-0.375	-350.527	0.000	-22.333	0.000	-0.629	6.442
		49	0.35	-0.5	-349.388	0.000	-17.548	0.000	-1.747	4.840
	2 micropilote 0.20	49	0.35	-0.5	-349.414	0.000	-17.532	0.000	-1.747	4.840
		21	0.35	-0.625	-348.096	0.000	-12.706	0.000	-2.591	3.558
		22	0.35	-0.75	-346.670	0.000	-8.544	0.000	-3.178	2.571
		23	0.35	-0.875	-345.144	0.000	-5.753	0.000	-3.720	1.845
		24	0.35	-1	-343.522	0.000	-3.515	0.024	-4.096	1.345
	3 micropilote 0.20	24	0.35	-1	-343.532	0.000	-3.511	0.046	-4.096	1.345
		8	0.35	-1.125	-341.841	0.000	-2.189	0.990	-4.141	1.030
		9	0.35	-1.25	-340.097	0.000	-1.253	2.381	-4.072	0.856
		10	0.35	-1.375	-338.304	0.000	-0.547	3.440	-3.861	0.791
		112	0.35	-1.5	-336.466	0.000	-0.043	3.941	-3.592	0.800
	4 micropilote 0.20	112	0.35	-1.5	-336.469	0.000	-0.032	4.010	-3.592	0.800
		113	0.35	-1.625	-334.599	0.000	0.000	4.145	-3.350	0.860
		114	0.35	-1.75	-332.694	0.000	0.000	4.061	-3.111	0.945
		115	0.35	-1.875	-330.757	0.000	0.000	3.792	-2.878	1.039
		126	0.35	-2	-328.788	0.000	0.000	3.363	-2.652	1.127
	5 micropilote 0.20	126	0.35	-2	-328.785	0.000	0.000	3.396	-2.652	1.127
		127	0.35	-2.125	-326.780	0.000	0.000	2.929	-2.443	1.199
		128	0.35	-2.25	-324.731	0.000	0.000	2.467	-2.260	1.245
		129	0.35	-2.375	-322.640	0.000	-0.023	2.016	-2.104	1.259
		156	0.35	-2.5	-320.508	0.000	-0.303	1.585	-1.978	1.239
	6 micropilote 0.20	156	0.35	-2.5	-320.508	0.000	-0.287	1.592	-1.978	1.239
		157	0.35	-2.625	-318.330	0.000	-0.555	1.214	-1.882	1.186
		158	0.35	-2.75	-316.115	0.000	-0.784	1.017	-1.814	1.101
		159	0.35	-2.875	-313.891	0.000	-0.954	0.869	-1.767	0.992
		170	0.35	-3	-311.626	0.000	-1.044	0.764	-1.736	0.866
	7 micropilote 0.20	170	0.35	-3	-311.627	0.000	-1.050	0.768	-1.736	0.866
		171	0.35	-3.125	-309.331	0.000	-1.062	0.728	-1.714	0.734
		172	0.35	-3.25	-307.003	0.000	-1.055	0.727	-1.696	0.718
		173	0.35	-3.375	-304.644	0.000	-1.026	0.753	-1.677	0.713
		190	0.35	-3.5	-302.255	0.000	-0.983	0.794	-1.656	0.698
	8 micropilote 0.20	190	0.35	-3.5	-302.253	0.000	-0.992	0.787	-1.656	0.698
		191	0.35	-3.625	-299.833	0.000	-0.978	0.817	-1.630	0.675
		192	0.35	-3.75	-297.376	0.000	-0.978	0.839	-1.598	0.648

	193	0.35	-3.875	-294.882	0.000	-0.991	0.842	-1.561	0.618
	204	0.35	-4	-292.352	0.000	-1.021	0.816	-1.535	0.588
9	204	0.35	-4	-292.347	0.000	-1.017	0.823	-1.535	0.588
micropilote 0.20	205	0.35	-4.125	-289.772	0.000	-1.077	0.757	-1.549	0.608
	206	0.35	-4.25	-287.142	0.000	-1.138	0.690	-1.569	0.620
	207	0.35	-4.375	-284.460	0.000	-1.187	0.632	-1.593	0.625
	328	0.35	-4.5	-281.727	0.000	-1.214	0.591	-1.623	0.621
10	328	0.35	-4.5	-281.728	0.000	-1.215	0.589	-1.623	0.621
micropilote 0.20	329	0.35	-4.625	-278.949	0.000	-1.144	0.638	-1.652	0.616
	330	0.35	-4.75	-276.134	0.000	-1.037	0.711	-1.672	0.615
	331	0.35	-4.875	-273.285	0.000	-0.913	0.797	-1.682	0.645
	342	0.35	-5	-270.403	0.000	-0.788	0.884	-1.681	0.710
11	342	0.35	-5	-270.402	0.000	-0.790	0.878	-1.681	0.710
micropilote 0.20	343	0.35	-5.125	-267.509	0.000	-0.708	0.936	-1.753	0.783
	344	0.35	-5.25	-264.596	0.000	-0.614	0.995	-1.830	0.863
	345	0.35	-5.375	-261.665	0.000	-0.508	1.061	-1.891	0.952
	490	0.35	-5.5	-258.758	0.000	-0.389	1.141	-1.933	1.050
12	490	0.35	-5.5	-258.757	0.000	-0.394	1.136	-1.933	1.050
micropilote 0.20	491	0.35	-5.625	-255.812	0.000	-0.253	1.235	-1.955	1.177
	492	0.35	-5.75	-252.830	0.000	-0.127	1.311	-1.954	1.336
	493	0.35	-5.875	-249.811	0.000	-0.072	1.384	-1.933	1.504
	504	0.35	-6	-246.758	0.000	-0.080	1.451	-1.895	1.678
13	504	0.35	-6	-246.755	0.000	-0.080	1.447	-1.895	1.678
micropilote 0.20	505	0.35	-6.125	-243.666	0.000	-0.090	1.463	-1.845	1.855
	506	0.35	-6.25	-240.528	0.000	-0.103	1.433	-1.786	2.028
	507	0.35	-6.375	-237.339	0.000	-0.119	1.356	-1.724	2.191
	962	0.35	-6.5	-234.099	0.000	-0.138	1.234	-1.663	2.339
14	962	0.35	-6.5	-234.069	0.000	-0.291	1.134	-1.663	2.339
micropilote 0.20	963	0.35	-6.625	-230.776	0.000	-0.323	1.082	-1.622	2.458
	964	0.35	-6.75	-227.399	0.000	-0.428	0.988	-1.577	2.566
	965	0.35	-6.875	-224.005	0.000	-0.587	0.869	-1.538	2.655
	1010	0.35	-7	-220.538	0.000	-0.776	0.758	-1.516	2.716
15	1010	0.35	-7	-220.540	0.000	-0.748	0.768	-1.516	2.716
micropilote 0.20	1011	0.35	-7.125	-217.003	0.000	-1.040	0.536	-1.517	2.743
	1012	0.35	-7.25	-213.358	0.000	-1.397	0.203	-1.559	2.716
	1013	0.35	-7.375	-209.605	0.000	-1.804	0.000	-1.648	2.627
	1096	0.35	-7.5	-205.747	0.000	-2.249	0.000	-1.792	2.468
16	1096	0.35	-7.5	-205.679	0.000	-2.363	0.000	-1.792	2.468
micropilote 0.20	1097	0.35	-7.625	-201.828	0.000	-2.922	0.000	-2.053	2.231
	1098	0.35	-7.75	-197.799	0.000	-3.876	0.000	-2.417	1.873
	1099	0.35	-7.875	-193.575	0.000	-4.721	0.000	-2.871	1.399
	1144	0.35	-8	-189.137	0.000	-5.051	0.000	-3.396	0.830
17	1144	0.35	-8	-189.119	0.000	-5.041	0.000	-3.396	0.830
micropilote 0.20	1145	0.35	-8.125	-184.678	0.000	-5.041	0.000	-3.915	0.243
	1146	0.35	-8.25	-180.048	0.000	-5.368	0.000	-4.449	0.000
	1147	0.35	-8.375	-175.230	0.000	-5.710	0.000	-4.994	0.000

		1314	0.35	-8.5	-170.223	0.000	-5.668	0.000	-5.534	0.000
18	micropilote 0.20	1314	0.35	-8.5	-170.208	0.000	-4.777	0.000	-5.534	0.000
		1315	0.35	-8.625	-165.150	0.000	-3.970	0.000	-5.873	0.000
		1316	0.35	-8.75	-159.574	0.000	-2.541	0.238	-6.050	0.000
		1317	0.35	-8.875	-153.448	0.000	-0.306	2.130	-5.968	0.000
		1362	0.35	-9	-146.742	0.000	-0.096	5.732	-5.530	0.000
19	micropilote 0.20	1362	0.35	-9	-146.656	0.000	-0.092	5.614	-5.530	0.000
		1363	0.35	-9.125	-139.054	0.000	-0.044	8.150	-4.727	0.000
		1364	0.35	-9.25	-130.615	0.000	0.000	10.011	-3.611	0.000
		1365	0.35	-9.375	-121.302	0.000	0.000	10.874	-2.308	0.000
		1578	0.35	-9.5	-111.082	0.000	0.000	10.352	-0.961	0.469
20	micropilote 0.20	1578	0.35	-9.5	-111.646	0.000	0.000	11.877	-0.961	0.469
		1579	0.35	-9.625	-100.253	0.000	0.000	5.318	-0.194	1.109
		1580	0.35	-9.75	-91.123	0.000	-1.668	1.415	-0.149	1.144
		1581	0.35	-9.875	-85.308	0.000	-4.471	0.590	-0.084	0.752
		1906	0.35	-10	-83.870	0.000	-8.972	0.763	0.000	0.000

1.3 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes de longitud de 15 metros

Envolvente de las Fuerzas internas del micropilote izquierdo de longitud 15 metros.

Plate	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	167	-0.35	0	-518.280	0.000	0.000	35.358	-17.913	0.000
		164	-0.35	-0.125	-517.659	0.000	0.000	30.876	-13.881	0.000
		165	-0.35	-0.25	-516.718	0.000	0.000	26.409	-10.401	0.000
		166	-0.35	-0.375	-515.468	0.000	0.000	22.193	-7.417	0.000
		188	-0.35	-0.5	-513.918	0.000	0.000	17.996	-4.924	1.587
	2 micropilote 0.20	188	-0.35	-0.5	-513.966	0.000	0.000	17.974	-4.924	1.587
		189	-0.35	-0.625	-512.261	0.000	0.000	13.921	-2.936	3.183
		190	-0.35	-0.75	-510.505	0.000	0.000	10.238	-1.430	4.338
		191	-0.35	-0.875	-508.711	0.000	0.000	6.931	-0.360	5.088
		218	-0.35	-1	-506.888	0.000	0.000	4.028	0.000	5.473
	3 micropilote 0.20	218	-0.35	-1	-506.898	0.000	-0.004	4.052	0.000	5.473
		219	-0.35	-1.125	-505.108	0.000	-1.004	1.770	0.000	5.562
		220	-0.35	-1.25	-503.329	0.000	-2.492	0.056	0.000	5.419
		221	-0.35	-1.375	-501.560	0.000	-3.435	0.000	0.000	5.109
		242	-0.35	-1.5	-499.818	0.000	-3.865	0.000	0.000	4.697
	4 micropilote 0.20	242	-0.35	-1.5	-499.811	0.000	-3.938	0.000	0.000	4.697
		243	-0.35	-1.625	-498.054	0.000	-4.106	0.000	0.000	4.233
		244	-0.35	-1.75	-496.277	0.000	-4.083	0.000	-0.231	3.754
		245	-0.35	-1.875	-494.480	0.000	-3.883	0.000	-0.524	3.283

	296	-0.35	-2	-492.664	0.000	-3.522	0.000	-0.783	2.843
5 micropilote 0.20	296	-0.35	-2	-492.660	0.000	-3.551	0.000	-0.783	2.843
	297	-0.35	-2.125	-491.131	0.000	-3.149	0.000	-1.000	2.444
	298	-0.35	-2.25	-489.583	0.000	-2.753	0.000	-1.169	2.092
	299	-0.35	-2.375	-488.010	0.000	-2.359	0.000	-1.289	1.787
	334	-0.35	-2.5	-486.414	0.000	-1.965	0.000	-1.363	1.530
6 micropilote 0.20	334	-0.35	-2.5	-486.412	0.000	-1.978	0.000	-1.362	1.530
	335	-0.35	-2.625	-484.785	0.000	-1.629	0.033	-1.394	1.318
	336	-0.35	-2.75	-483.123	0.000	-1.339	0.303	-1.397	1.144
	337	-0.35	-2.875	-481.429	0.000	-1.099	0.527	-1.437	1.001
	378	-0.35	-3	-479.701	0.000	-0.898	0.692	-1.446	0.901
7 micropilote 0.20	378	-0.35	-3	-479.700	0.000	-0.895	0.693	-1.446	0.901
	379	-0.35	-3.125	-477.937	0.000	-0.748	0.803	-1.431	0.821
	380	-0.35	-3.25	-476.137	0.000	-0.676	0.880	-1.397	0.753
	381	-0.35	-3.375	-474.301	0.000	-0.637	0.918	-1.348	0.692
	416	-0.35	-3.5	-472.430	0.000	-0.617	0.909	-1.288	0.633
8 micropilote 0.20	416	-0.35	-3.5	-472.429	0.000	-0.620	0.919	-1.288	0.633
	417	-0.35	-3.625	-470.522	0.000	-0.625	0.915	-1.220	0.574
	418	-0.35	-3.75	-468.577	0.000	-0.658	0.907	-1.196	0.511
	419	-0.35	-3.875	-466.595	0.000	-0.706	0.890	-1.191	0.483
	532	-0.35	-4	-464.579	0.000	-0.762	0.859	-1.182	0.478
9 micropilote 0.20	532	-0.35	-4	-464.578	0.000	-0.758	0.860	-1.182	0.478
	533	-0.35	-4.125	-462.525	0.000	-0.805	0.818	-1.172	0.465
	534	-0.35	-4.25	-460.433	0.000	-0.852	0.780	-1.161	0.446
	535	-0.35	-4.375	-458.305	0.000	-0.891	0.740	-1.149	0.469
	570	-0.35	-4.5	-456.141	0.000	-0.917	0.695	-1.137	0.488
10 micropilote 0.20	570	-0.35	-4.5	-456.140	0.000	-0.918	0.697	-1.137	0.488
	571	-0.35	-4.625	-453.938	0.000	-0.935	0.657	-1.125	0.501
	572	-0.35	-4.75	-451.697	0.000	-0.943	0.624	-1.114	0.530
	573	-0.35	-4.875	-449.418	0.000	-0.942	0.596	-1.101	0.555
	750	-0.35	-5	-447.102	0.000	-0.933	0.573	-1.143	0.604
11 micropilote 0.20	750	-0.35	-5	-447.101	0.000	-0.934	0.573	-1.143	0.604
	751	-0.35	-5.125	-445.052	0.000	-0.909	0.550	-1.200	0.662
	752	-0.35	-5.25	-442.975	0.000	-0.876	0.531	-1.255	0.719
	753	-0.35	-5.375	-440.858	0.000	-0.840	0.516	-1.308	0.776
	788	-0.35	-5.5	-438.701	0.000	-0.803	0.506	-1.359	0.834
12 micropilote 0.20	788	-0.35	-5.5	-438.700	0.000	-0.801	0.504	-1.359	0.834
	789	-0.35	-5.625	-436.502	0.000	-0.763	0.497	-1.408	0.893
	790	-0.35	-5.75	-434.262	0.000	-0.715	0.486	-1.455	0.953
	791	-0.35	-5.875	-431.980	0.000	-0.699	0.485	-1.497	1.013
	864	-0.35	-6	-429.660	0.000	-0.687	0.490	-1.536	1.073
13 micropilote 0.20	864	-0.35	-6	-429.658	0.000	-0.687	0.490	-1.536	1.073
	865	-0.35	-6.125	-427.297	0.000	-0.666	0.488	-1.571	1.134
	866	-0.35	-6.25	-424.894	0.000	-0.638	0.479	-1.631	1.194
	867	-0.35	-6.375	-422.448	0.000	-0.611	0.472	-1.692	1.252
	892	-0.35	-6.5	-419.964	0.000	-0.610	0.474	-1.748	1.310

14 micropilote 0.20	892	-0.35	-6.5	-419.962	0.000	-0.609	0.469	-1.748	1.310
	893	-0.35	-6.625	-417.435	0.000	-0.620	0.469	-1.800	1.367
	894	-0.35	-6.75	-414.865	0.000	-0.625	0.454	-1.847	1.423
	895	-0.35	-6.875	-412.254	0.000	-0.626	0.434	-1.888	1.476
	1120	-0.35	-7	-409.602	0.000	-0.628	0.419	-1.923	1.526
15 micropilote 0.20	1120	-0.35	-7	-409.600	0.000	-0.628	0.421	-1.923	1.526
	1121	-0.35	-7.125	-406.907	0.000	-0.622	0.399	-1.953	1.573
	1122	-0.35	-7.25	-404.168	0.000	-0.612	0.381	-1.977	1.616
	1123	-0.35	-7.375	-401.385	0.000	-0.603	0.368	-1.995	1.656
	1188	-0.35	-7.5	-398.560	0.000	-0.599	0.370	-2.021	1.692
16 micropilote 0.20	1188	-0.35	-7.5	-398.559	0.000	-0.595	0.363	-2.021	1.692
	1189	-0.35	-7.625	-395.689	0.000	-0.588	0.364	-2.055	1.726
	1190	-0.35	-7.75	-392.773	0.000	-0.568	0.362	-2.084	1.757
	1191	-0.35	-7.875	-389.811	0.000	-0.542	0.383	-2.108	1.783
	1458	-0.35	-8	-386.805	0.000	-0.518	0.402	-2.125	1.803
17 micropilote 0.20	1458	-0.35	-8	-386.803	0.000	-0.519	0.401	-2.125	1.803
	1459	-0.35	-8.125	-383.751	0.000	-0.498	0.418	-2.137	1.820
	1460	-0.35	-8.25	-380.648	0.000	-0.516	0.434	-2.143	1.830
	1461	-0.35	-8.375	-377.496	0.000	-0.532	0.449	-2.142	1.835
	1520	-0.35	-8.5	-374.298	0.000	-0.544	0.460	-2.138	1.835
18 micropilote 0.20	1520	-0.35	-8.5	-374.296	0.000	-0.544	0.461	-2.138	1.835
	1521	-0.35	-8.625	-371.046	0.000	-0.554	0.470	-2.131	1.833
	1522	-0.35	-8.75	-367.743	0.000	-0.560	0.477	-2.120	1.826
	1523	-0.35	-8.875	-364.389	0.000	-0.564	0.483	-2.105	1.814
	1826	-0.35	-9	-360.984	0.000	-0.566	0.487	-2.085	1.809
19 micropilote 0.20	1826	-0.35	-9	-360.982	0.000	-0.566	0.487	-2.085	1.809
	1827	-0.35	-9.125	-357.524	0.000	-0.562	0.486	-2.061	1.824
	1828	-0.35	-9.25	-354.008	0.000	-0.554	0.482	-2.033	1.834
	1829	-0.35	-9.375	-350.436	0.000	-0.546	0.477	-2.001	1.840
	1860	-0.35	-9.5	-346.821	0.000	-0.540	0.472	-1.997	1.842
20 micropilote 0.20	1860	-0.35	-9.5	-346.818	0.000	-0.537	0.470	-1.997	1.842
	1861	-0.35	-9.625	-343.161	0.000	-0.543	0.467	-2.006	1.843
	1862	-0.35	-9.75	-339.438	0.000	-0.584	0.487	-2.009	1.840
	1863	-0.35	-9.875	-335.653	0.000	-0.626	0.504	-2.008	1.831
	2292	-0.35	-10	-331.808	0.000	-0.662	0.517	-2.002	1.818
21 micropilote 0.20	2292	-0.35	-10	-331.805	0.000	-0.661	0.517	-2.002	1.818
	2293	-0.35	-10.13	-327.895	0.000	-0.691	0.526	-1.991	1.801
	2294	-0.35	-10.25	-323.914	0.000	-0.721	0.533	-1.975	1.777
	2295	-0.35	-10.38	-319.863	0.000	-0.745	0.537	-1.955	1.749
	2696	-0.35	-10.5	-315.747	0.000	-0.755	0.537	-1.931	1.718
22 micropilote 0.20	2696	-0.35	-10.5	-315.743	0.000	-0.757	0.537	-1.931	1.718
	2697	-0.35	-10.63	-311.554	0.000	-0.762	0.536	-1.906	1.685
	2698	-0.35	-10.75	-307.286	0.000	-0.761	0.532	-1.879	1.648
	2699	-0.35	-10.88	-302.942	0.000	-0.752	0.529	-1.847	1.609
	2892	-0.35	-11	-298.524	0.000	-0.732	0.526	-1.810	1.565
23	2892	-0.35	-11	-298.519	0.000	-0.732	0.527	-1.810	1.565

micropilote 0.20	2893	-0.35	-11.13	-294.021	0.000	-0.697	0.523	-1.769	1.520
	2894	-0.35	-11.25	-289.433	0.000	-0.649	0.556	-1.722	1.473
	2895	-0.35	-11.38	-284.758	0.000	-0.608	0.596	-1.668	1.473
	3132	-0.35	-11.5	-280.000	0.000	-0.565	0.645	-1.609	1.491
24 micropilote 0.20	3132	-0.35	-11.5	-279.995	0.000	-0.572	0.638	-1.609	1.491
	3133	-0.35	-11.63	-275.144	0.000	-0.518	0.727	-1.545	1.513
	3134	-0.35	-11.75	-270.191	0.000	-0.473	0.811	-1.504	1.541
	3135	-0.35	-11.88	-265.137	0.000	-0.415	0.901	-1.455	1.575
	3240	-0.35	-12	-260.280	0.000	-0.340	1.006	-1.389	1.616
25 micropilote 0.20	3240	-0.35	-12	-260.272	0.000	-0.340	1.006	-1.389	1.616
	3241	-0.35	-12.13	-255.324	0.000	-0.245	1.118	-1.305	1.706
	3242	-0.35	-12.25	-250.246	0.000	-0.136	1.228	-1.200	1.853
	3243	-0.35	-12.38	-245.042	0.000	-0.013	1.346	-1.074	2.014
	3347	-0.35	-12.5	-239.712	0.000	0.000	1.483	-0.926	2.190
26 micropilote 0.20	3347	-0.35	-12.5	-239.701	0.000	0.000	1.468	-0.926	2.190
	3382	-0.35	-12.63	-234.229	0.000	0.000	1.630	-0.758	2.382
	3383	-0.35	-12.75	-228.588	0.000	0.000	1.775	-0.569	2.587
	3384	-0.35	-12.88	-222.779	0.000	0.000	1.897	-0.359	2.801
	3385	-0.35	-13	-216.807	0.000	0.000	1.989	-0.132	3.018
27 micropilote 0.20	3385	-0.35	-13	-216.789	0.000	0.000	1.977	-0.132	3.018
	3412	-0.35	-13.13	-210.703	0.000	0.000	2.018	0.000	3.233
	3413	-0.35	-13.25	-204.376	0.000	0.000	2.149	0.000	3.436
	3414	-0.35	-13.38	-197.808	0.000	0.000	2.315	0.000	3.617
	3415	-0.35	-13.5	-190.998	0.000	0.000	2.439	0.000	3.766
28 micropilote 0.20	3415	-0.35	-13.5	-190.965	0.000	0.000	2.466	0.000	3.766
	3428	-0.35	-13.63	-183.881	0.000	0.000	2.426	0.000	3.876
	3429	-0.35	-13.75	-176.422	0.000	0.000	2.136	0.000	3.943
	3430	-0.35	-13.88	-168.583	0.000	-0.181	1.651	0.000	3.954
	3366	-0.35	-14	-160.358	0.000	-0.837	0.913	0.000	3.892
29 micropilote 0.20	3366	-0.35	-14	-160.383	0.000	-0.805	0.951	0.000	3.892
	3275	-0.35	-14.13	-151.565	0.000	-2.320	0.120	0.000	3.700
	3276	-0.35	-14.25	-142.425	0.000	-4.048	0.000	0.000	3.302
	3277	-0.35	-14.38	-132.999	0.000	-5.827	0.000	0.000	2.686
	3274	-0.35	-14.5	-123.323	0.000	-7.494	0.000	0.000	1.851
30 micropilote 0.20	3274	-0.35	-14.5	-124.026	0.000	-8.101	0.000	0.000	1.851
	3197	-0.35	-14.63	-113.165	0.000	-7.725	0.000	-0.171	0.844
	3198	-0.35	-14.75	-104.154	0.000	-5.287	0.000	-0.649	0.366
	3199	-0.35	-14.88	-97.493	0.000	-1.498	2.174	-0.708	0.191
	3200	-0.35	-15	-93.681	0.000	-1.526	9.833	0.000	0.000

Envolvente de las fuerzas internas del micropilote derecho de longitud 15 metros.

Plate	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1	25	0.35	0	-513.388	0.000	-35.623	0.000	0.000	16.474

micropilote 0.20	22	0.35	-0.125	-512.743	0.000	-31.146	0.000	0.000	12.554
	23	0.35	-0.25	-511.758	0.000	-26.741	0.000	0.000	9.131
	24	0.35	-0.375	-510.445	0.000	-22.387	0.000	-0.655	6.204
	52	0.35	-0.5	-508.816	0.000	-18.060	0.000	-2.711	3.775
2 micropilote 0.20	52	0.35	-0.5	-508.873	0.000	-18.000	0.000	-2.711	3.775
	53	0.35	-0.625	-507.101	0.000	-13.599	0.000	-4.356	1.866
	54	0.35	-0.75	-505.285	0.000	-9.615	0.000	-5.503	0.454
	55	0.35	-0.875	-503.434	0.000	-6.084	0.000	-6.203	0.000
	66	0.35	-1	-501.559	0.000	-3.054	0.000	-6.508	0.000
3 micropilote 0.20	66	0.35	-1	-501.567	0.000	-3.090	0.005	-6.508	0.000
	67	0.35	-1.125	-499.720	0.000	-0.801	1.325	-6.496	0.000
	68	0.35	-1.25	-497.877	0.000	0.000	2.925	-6.241	0.000
	69	0.35	-1.375	-496.041	0.000	0.000	3.998	-5.814	0.000
	86	0.35	-1.5	-494.290	0.000	0.000	4.542	-5.281	0.000
4 micropilote 0.20	86	0.35	-1.5	-494.284	0.000	0.000	4.608	-5.281	0.000
	87	0.35	-1.625	-492.750	0.000	0.000	4.796	-4.694	0.000
	88	0.35	-1.75	-491.201	0.000	0.000	4.782	-4.095	0.000
	89	0.35	-1.875	-489.637	0.000	0.000	4.571	-3.509	0.299
	100	0.35	-2	-488.057	0.000	0.000	4.171	-2.962	0.635
5 micropilote 0.20	100	0.35	-2	-488.054	0.000	0.000	4.211	-2.962	0.635
	101	0.35	-2.125	-486.453	0.000	0.000	3.754	-2.465	0.929
	102	0.35	-2.25	-484.825	0.000	0.000	3.308	-2.025	1.172
	103	0.35	-2.375	-483.171	0.000	0.000	2.866	-1.641	1.361
	272	0.35	-2.5	-481.491	0.000	0.000	2.420	-1.313	1.498
6 micropilote 0.20	272	0.35	-2.5	-481.489	0.000	0.000	2.432	-1.313	1.498
	273	0.35	-2.625	-479.778	0.000	0.000	2.028	-1.037	1.586
	274	0.35	-2.75	-478.034	0.000	0.000	1.692	-0.808	1.629
	275	0.35	-2.875	-476.257	0.000	-0.122	1.409	-0.657	1.645
	320	0.35	-3	-474.447	0.000	-0.367	1.160	-0.566	1.631
7 micropilote 0.20	320	0.35	-3	-474.446	0.000	-0.373	1.162	-0.566	1.631
	321	0.35	-3.125	-472.601	0.000	-0.566	0.952	-0.503	1.588
	322	0.35	-3.25	-470.721	0.000	-0.738	0.788	-0.460	1.521
	323	0.35	-3.375	-468.805	0.000	-0.878	0.659	-0.432	1.435
	354	0.35	-3.5	-466.855	0.000	-0.977	0.557	-0.414	1.334
8 micropilote 0.20	354	0.35	-3.5	-466.854	0.000	-0.981	0.556	-0.414	1.334
	355	0.35	-3.625	-464.870	0.000	-1.052	0.476	-0.404	1.221
	356	0.35	-3.75	-462.849	0.000	-1.113	0.420	-0.442	1.101
	357	0.35	-3.875	-460.795	0.000	-1.155	0.381	-0.506	1.035
	402	0.35	-4	-458.708	0.000	-1.173	0.363	-0.568	0.978
9 micropilote 0.20	402	0.35	-4	-458.707	0.000	-1.177	0.363	-0.568	0.978
	403	0.35	-4.125	-456.587	0.000	-1.178	0.353	-0.626	0.918
	404	0.35	-4.25	-454.595	0.000	-1.177	0.353	-0.679	0.856
	405	0.35	-4.375	-452.609	0.000	-1.169	0.360	-0.726	0.840
	508	0.35	-4.5	-450.591	0.000	-1.152	0.369	-0.767	0.827
10 micropilote 0.20	508	0.35	-4.5	-450.590	0.000	-1.153	0.368	-0.767	0.827
	509	0.35	-4.625	-448.541	0.000	-1.129	0.376	-0.802	0.813

	510	0.35	-4.75	-446.458	0.000	-1.102	0.387	-0.830	0.798
	511	0.35	-4.875	-444.342	0.000	-1.073	0.397	-0.851	0.802
	556	0.35	-5	-442.196	0.000	-1.041	0.405	-0.917	0.848
11	556	0.35	-5	-442.195	0.000	-1.041	0.405	-0.917	0.848
micropilote 0.20	557	0.35	-5.125	-440.017	0.000	-1.004	0.410	-0.998	0.896
	558	0.35	-5.25	-437.804	0.000	-0.962	0.414	-1.074	0.945
	559	0.35	-5.375	-435.559	0.000	-0.918	0.416	-1.145	0.995
	726	0.35	-5.5	-433.283	0.000	-0.875	0.418	-1.210	1.046
12	726	0.35	-5.5	-433.282	0.000	-0.875	0.418	-1.210	1.046
micropilote 0.20	727	0.35	-5.625	-430.973	0.000	-0.831	0.419	-1.270	1.097
	728	0.35	-5.75	-428.641	0.000	-0.782	0.417	-1.325	1.148
	729	0.35	-5.875	-426.302	0.000	-0.756	0.416	-1.374	1.200
	774	0.35	-6	-423.932	0.000	-0.738	0.418	-1.419	1.251
13	774	0.35	-6	-423.930	0.000	-0.736	0.417	-1.419	1.251
micropilote 0.20	775	0.35	-6.125	-421.526	0.000	-0.713	0.418	-1.461	1.303
	776	0.35	-6.25	-419.086	0.000	-0.681	0.409	-1.497	1.355
	777	0.35	-6.375	-416.612	0.000	-0.646	0.401	-1.552	1.405
	878	0.35	-6.5	-414.120	0.000	-0.631	0.399	-1.617	1.454
14	878	0.35	-6.5	-414.119	0.000	-0.631	0.398	-1.617	1.454
micropilote 0.20	879	0.35	-6.625	-411.802	0.000	-0.637	0.393	-1.677	1.501
	880	0.35	-6.75	-409.444	0.000	-0.641	0.382	-1.730	1.547
	881	0.35	-6.875	-407.048	0.000	-0.644	0.375	-1.778	1.590
	1100	0.35	-7	-404.614	0.000	-0.648	0.377	-1.820	1.631
15	1100	0.35	-7	-404.612	0.000	-0.646	0.373	-1.820	1.631
micropilote 0.20	1103	0.35	-7.125	-402.137	0.000	-0.645	0.371	-1.858	1.671
	1102	0.35	-7.25	-399.617	0.000	-0.637	0.358	-1.890	1.709
	1101	0.35	-7.375	-397.055	0.000	-0.626	0.343	-1.916	1.743
	1144	0.35	-7.5	-394.452	0.000	-0.616	0.336	-1.954	1.772
16	1144	0.35	-7.5	-394.450	0.000	-0.615	0.334	-1.954	1.773
micropilote 0.20	1145	0.35	-7.625	-391.803	0.000	-0.602	0.325	-1.990	1.800
	1146	0.35	-7.75	-389.110	0.000	-0.580	0.332	-2.020	1.823
	1147	0.35	-7.875	-386.371	0.000	-0.558	0.355	-2.045	1.842
	1174	0.35	-8	-383.589	0.000	-0.543	0.373	-2.064	1.857
17	1174	0.35	-8	-383.587	0.000	-0.540	0.374	-2.064	1.857
micropilote 0.20	1177	0.35	-8.125	-380.757	0.000	-0.521	0.390	-2.080	1.869
	1176	0.35	-8.25	-377.876	0.000	-0.538	0.407	-2.090	1.877
	1175	0.35	-8.375	-374.945	0.000	-0.554	0.423	-2.095	1.880
	1482	0.35	-8.5	-371.967	0.000	-0.566	0.437	-2.094	1.878
18	1482	0.35	-8.5	-371.965	0.000	-0.566	0.437	-2.094	1.878
micropilote 0.20	1483	0.35	-8.625	-368.937	0.000	-0.575	0.448	-2.088	1.871
	1484	0.35	-8.75	-365.854	0.000	-0.580	0.457	-2.078	1.859
	1485	0.35	-8.875	-362.718	0.000	-0.584	0.465	-2.063	1.843
	1506	0.35	-9	-359.532	0.000	-0.584	0.471	-2.044	1.845
19	1506	0.35	-9	-359.529	0.000	-0.584	0.471	-2.044	1.845
micropilote 0.20	1509	0.35	-9.125	-356.288	0.000	-0.579	0.473	-2.023	1.859
	1508	0.35	-9.25	-352.986	0.000	-0.568	0.471	-1.998	1.869

	1507	0.35	-9.375	-349.627	0.000	-0.555	0.467	-1.970	1.874
	1812	0.35	-9.5	-346.213	0.000	-0.542	0.463	-1.965	1.876
20	1812	0.35	-9.5	-346.211	0.000	-0.542	0.463	-1.965	1.876
micropilote 0.20	1813	0.35	-9.625	-342.737	0.000	-0.545	0.466	-1.973	1.875
	1814	0.35	-9.75	-339.200	0.000	-0.584	0.490	-1.975	1.869
	1815	0.35	-9.875	-335.600	0.000	-0.620	0.508	-1.971	1.859
	2200	0.35	-10	-331.940	0.000	-0.644	0.520	-1.963	1.844
21	2200	0.35	-10	-331.937	0.000	-0.647	0.521	-1.963	1.844
micropilote 0.20	2201	0.35	-10.13	-328.212	0.000	-0.669	0.527	-1.953	1.828
	2202	0.35	-10.25	-324.415	0.000	-0.696	0.529	-1.938	1.806
	2203	0.35	-10.38	-320.550	0.000	-0.723	0.526	-1.919	1.779
	2510	0.35	-10.5	-316.618	0.000	-0.745	0.516	-1.896	1.746
22	2510	0.35	-10.5	-316.615	0.000	-0.746	0.516	-1.896	1.746
micropilote 0.20	2511	0.35	-10.63	-312.612	0.000	-0.766	0.497	-1.873	1.708
	2512	0.35	-10.75	-308.530	0.000	-0.788	0.469	-1.847	1.663
	2513	0.35	-10.88	-304.371	0.000	-0.812	0.431	-1.821	1.611
	2602	0.35	-11	-300.139	0.000	-0.834	0.384	-1.796	1.552
23	2602	0.35	-11	-300.135	0.000	-0.835	0.382	-1.796	1.552
micropilote 0.20	2603	0.35	-11.13	-295.821	0.000	-0.859	0.321	-1.775	1.486
	2604	0.35	-11.25	-291.416	0.000	-0.893	0.276	-1.757	1.438
	2605	0.35	-11.38	-286.925	0.000	-0.971	0.232	-1.744	1.417
	2774	0.35	-11.5	-282.348	0.000	-1.049	0.182	-1.737	1.385
24	2774	0.35	-11.5	-282.343	0.000	-1.052	0.179	-1.737	1.385
micropilote 0.20	2775	0.35	-11.63	-277.672	0.000	-1.154	0.110	-1.741	1.340
	2776	0.35	-11.75	-272.897	0.000	-1.276	0.011	-1.769	1.279
	2777	0.35	-11.88	-268.083	0.000	-1.408	0.000	-1.832	1.199
	2792	0.35	-12	-263.174	0.000	-1.546	0.000	-1.906	1.099
25	2792	0.35	-12	-263.166	0.000	-1.546	0.000	-1.906	1.099
micropilote 0.20	2793	0.35	-12.13	-258.140	0.000	-1.693	0.000	-1.997	1.021
	2794	0.35	-12.25	-252.980	0.000	-1.846	0.000	-2.104	0.961
	2795	0.35	-12.38	-247.688	0.000	-2.002	0.000	-2.228	0.875
	2998	0.35	-12.5	-242.266	0.000	-2.160	0.000	-2.371	0.763
26	2998	0.35	-12.5	-242.254	0.000	-2.155	0.000	-2.371	0.763
micropilote 0.20	2999	0.35	-12.63	-236.684	0.000	-2.305	0.000	-2.535	0.624
	3000	0.35	-12.75	-230.938	0.000	-2.459	0.000	-2.718	0.454
	3001	0.35	-12.88	-225.017	0.000	-2.603	0.000	-2.917	0.256
	3016	0.35	-13	-218.922	0.000	-2.705	0.000	-3.130	0.032
27	3016	0.35	-13	-218.904	0.000	-2.700	0.000	-3.130	0.032
micropilote 0.20	3017	0.35	-13.13	-212.606	0.000	-2.753	0.000	-3.354	0.000
	3018	0.35	-13.25	-206.062	0.000	-2.738	0.000	-3.604	0.000
	3019	0.35	-13.38	-199.270	0.000	-2.644	0.000	-3.846	0.000
	3056	0.35	-13.5	-192.230	0.000	-2.489	0.000	-4.063	0.000
28	3056	0.35	-13.5	-192.200	0.000	-2.473	0.000	-4.063	0.000
micropilote 0.20	3057	0.35	-13.63	-184.871	0.000	-2.273	0.000	-4.243	0.000
	3058	0.35	-13.75	-177.164	0.000	-1.982	0.000	-4.403	0.000
	3059	0.35	-13.88	-169.076	0.000	-1.699	0.000	-4.501	0.000

		3075	0.35	-14	-160.602	0.000	-1.319	0.344	-4.522	0.000
	29	3075	0.35	-14	-160.594	0.000	-1.444	0.217	-4.522	0.000
	micropilote 0.20	3076	0.35	-14.13	-151.528	0.000	-0.079	1.875	-4.412	0.000
		3077	0.35	-14.25	-141.938	0.000	0.000	3.784	-4.056	0.000
		3078	0.35	-14.38	-131.860	0.000	0.000	5.528	-3.474	0.000
		3079	0.35	-14.5	-121.330	0.000	0.000	6.760	-2.701	0.000
	30	3079	0.35	-14.5	-122.222	0.000	0.000	7.484	-2.701	0.000
	micropilote 0.20	2821	0.35	-14.63	-110.683	0.000	0.000	5.906	-1.902	0.000
		2822	0.35	-14.75	-102.086	0.000	0.000	5.668	-1.169	0.000
		2823	0.35	-14.88	-96.835	0.000	0.000	5.055	-0.514	0.000
		3036	0.35	-15	-95.335	0.000	-0.247	2.619	0.000	0.000

ANEXO 2: RESULTADOS EXPORTADOS DE PLAXIS 2D PARA MICROPILOTES CON ANGULOS DE INCLINACIÓN DE 0°, 5°, 15°, 30°, 45° y 60°.

2.1 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes con ángulo de inclinación de 0°.

L=	10 m
P=	392 KN

$\alpha_p = 0^\circ$

micropilote izquierdo de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	643	-0.35	0	206.589	0.000	0.000	26.572	-14.041	0.000
		639	-0.35	-0.125	206.205	0.000	0.000	22.897	-10.950	0.000
		640	-0.35	-0.25	205.652	0.000	0.000	19.283	-8.315	0.737
		641	-0.35	-0.375	204.937	0.000	0.000	15.753	-6.127	2.305
		642	-0.35	-0.5	204.069	0.000	0.000	12.333	-4.429	3.493
	2 micropilote 0.20	642	-0.35	-0.5	204.093	0.000	0.000	12.359	-4.429	3.493
		611	-0.35	-0.625	203.164	0.000	0.000	9.160	-3.148	4.317
		612	-0.35	-0.75	202.242	0.000	0.000	6.440	-2.235	4.814
		613	-0.35	-0.875	201.301	0.000	0.000	4.190	-1.627	5.035
		610	-0.35	-1	200.337	0.000	-0.774	2.400	-1.263	5.030
	3 micropilote 0.20	610	-0.35	-1	200.337	0.000	-0.788	2.379	-1.263	5.030
		262	-0.35	-1.125	199.352	0.000	-1.876	1.087	-1.083	4.860
		263	-0.35	-1.25	198.342	0.000	-2.635	0.171	-1.030	4.575
		264	-0.35	-1.375	197.307	0.000	-3.065	0.000	-1.063	4.215
		265	-0.35	-1.5	196.247	0.000	-3.167	0.000	-1.142	3.822
	4 micropilote 0.20	265	-0.35	-1.5	196.246	0.000	-3.224	0.000	-1.142	3.822
		249	-0.35	-1.625	195.159	0.000	-3.162	0.000	-1.245	3.423
		250	-0.35	-1.75	194.045	0.000	-3.034	0.000	-1.349	3.034
		251	-0.35	-1.875	192.905	0.000	-2.834	0.000	-1.442	2.667
		690	-0.35	-2	191.740	0.000	-2.556	0.000	-1.513	2.329
5 micropilote 0.20	690	-0.35	-2	191.739	0.000	-2.569	0.000	-1.513	2.329	
	691	-0.35	-2.125	190.549	0.000	-2.286	0.000	-1.561	2.026	
	692	-0.35	-2.25	189.330	0.000	-2.026	0.000	-1.581	1.757	

	693	-0.35	-2.375	188.083	0.000	-1.773	0.151	-1.574	1.519
	714	-0.35	-2.5	186.808	0.000	-1.513	0.319	-1.544	1.314
6 micropilote 0.20	714	-0.35	-2.5	186.807	0.000	-1.528	0.327	-1.544	1.314
	715	-0.35	-2.625	185.503	0.000	-1.303	0.469	-1.495	1.137
	716	-0.35	-2.75	184.168	0.000	-1.134	0.602	-1.427	0.985
	717	-0.35	-2.875	182.803	0.000	-1.003	0.716	-1.345	0.852
	738	-0.35	-3	181.409	0.000	-0.895	0.797	-1.297	0.739
7 micropilote 0.20	738	-0.35	-3	181.409	0.000	-0.892	0.798	-1.297	0.739
	739	-0.35	-3.125	179.984	0.000	-0.811	0.855	-1.254	0.649
	740	-0.35	-3.25	178.529	0.000	-0.759	0.900	-1.202	0.566
	741	-0.35	-3.375	177.044	0.000	-0.721	0.923	-1.143	0.489
	762	-0.35	-3.5	175.529	0.000	-0.683	0.916	-1.080	0.454
8 micropilote 0.20	762	-0.35	-3.5	175.528	0.000	-0.690	0.925	-1.080	0.454
	763	-0.35	-3.625	173.984	0.000	-0.666	0.908	-1.023	0.437
	764	-0.35	-3.75	172.408	0.000	-0.664	0.894	-1.027	0.421
	765	-0.35	-3.875	170.804	0.000	-0.675	0.884	-1.034	0.410
	812	-0.35	-4	169.172	0.000	-0.690	0.871	-1.038	0.451
9 micropilote 0.20	812	-0.35	-4	169.172	0.000	-0.688	0.872	-1.038	0.451
	813	-0.35	-4.125	167.512	0.000	-0.698	0.850	-1.041	0.488
	814	-0.35	-4.25	165.823	0.000	-0.713	0.829	-1.041	0.522
	815	-0.35	-4.375	164.107	0.000	-0.727	0.807	-1.040	0.553
	836	-0.35	-4.5	162.366	0.000	-0.734	0.781	-1.038	0.579
10 micropilote 0.20	836	-0.35	-4.5	162.365	0.000	-0.736	0.782	-1.038	0.579
	837	-0.35	-4.625	160.597	0.000	-0.741	0.757	-1.035	0.603
	838	-0.35	-4.75	158.802	0.000	-0.745	0.732	-1.031	0.622
	839	-0.35	-4.875	156.980	0.000	-0.749	0.708	-1.069	0.639
	892	-0.35	-5	155.134	0.000	-0.762	0.688	-1.134	0.651
11 micropilote 0.20	892	-0.35	-5	155.133	0.000	-0.761	0.689	-1.134	0.651
	893	-0.35	-5.125	153.260	0.000	-0.772	0.666	-1.198	0.686
	894	-0.35	-5.25	151.361	0.000	-0.780	0.643	-1.260	0.768
	895	-0.35	-5.375	149.435	0.000	-0.784	0.624	-1.318	0.847
	916	-0.35	-5.5	147.553	0.000	-0.785	0.614	-1.374	0.924
12 micropilote 0.20	916	-0.35	-5.5	147.552	0.000	-0.783	0.610	-1.374	0.924
	917	-0.35	-5.625	145.694	0.000	-0.780	0.601	-1.427	1.000
	918	-0.35	-5.75	143.803	0.000	-0.765	0.584	-1.477	1.074
	919	-0.35	-5.875	141.878	0.000	-0.745	0.566	-1.521	1.146

	986	-0.35	-6	-	139.922	0.000	-0.722	0.556	-1.561	1.216
13	986	-0.35	-6	-	139.920	0.000	-0.722	0.556	-1.561	1.216
micropilote 0.20	987	-0.35	-6.125	-	137.930	0.000	-0.689	0.545	-1.595	1.285
	988	-0.35	-6.25	-	135.902	0.000	-0.645	0.531	-1.623	1.352
	989	-0.35	-6.375	-	133.839	0.000	-0.598	0.524	-1.644	1.418
	1024	-0.35	-6.5	-	131.741	0.000	-0.554	0.534	-1.665	1.484
14	1024	-0.35	-6.5	-	131.739	0.000	-0.553	0.526	-1.665	1.484
micropilote 0.20	1025	-0.35	-6.625	-	129.602	0.000	-0.530	0.540	-1.713	1.551
	1026	-0.35	-6.75	-	127.564	0.000	-0.494	0.540	-1.770	1.618
	1027	-0.35	-6.875	-	125.506	0.000	-0.446	0.547	-1.817	1.686
	1120	-0.35	-7	-	123.401	0.000	-0.391	0.565	-1.852	1.753
15	1120	-0.35	-7	-	123.398	0.000	-0.391	0.566	-1.852	1.753
micropilote 0.20	1121	-0.35	-7.125	-	121.240	0.000	-0.319	0.586	-1.876	1.823
	1122	-0.35	-7.25	-	119.021	0.000	-0.234	0.607	-1.885	1.893
	1123	-0.35	-7.375	-	116.743	0.000	-0.140	0.655	-1.878	1.964
	1158	-0.35	-7.5	-	114.407	0.000	-0.041	0.726	-1.856	2.038
16	1158	-0.35	-7.5	-	114.402	0.000	-0.038	0.723	-1.856	2.038
micropilote 0.20	1159	-0.35	-7.625	-	111.999	0.000	0.000	0.794	-1.818	2.116
	1160	-0.35	-7.75	-	109.519	0.000	0.000	0.861	-1.763	2.195
	1161	-0.35	-7.875	-	106.961	0.000	0.000	0.945	-1.688	2.274
	1338	-0.35	-8	-	104.326	0.000	0.000	1.021	-1.594	2.350
17	1338	-0.35	-8	-	104.318	0.000	0.000	1.017	-1.594	2.350
micropilote 0.20	1339	-0.35	-8.125	-	101.594	0.000	0.000	1.096	-1.482	2.424
	1340	-0.35	-8.25	-	-98.759	0.000	0.000	1.184	-1.351	2.490
	1341	-0.35	-8.375	-	-95.813	0.000	0.000	1.243	-1.205	2.545
	1376	-0.35	-8.5	-	-92.757	0.000	0.000	1.287	-1.048	2.586
18	1376	-0.35	-8.5	-	-92.743	0.000	0.000	1.297	-1.048	2.586
micropilote 0.20	1377	-0.35	-8.625	-	-89.552	0.000	0.000	1.326	-0.884	2.609
	1378	-0.35	-8.75	-	-86.194	0.000	-0.169	1.336	-0.717	2.605
	1379	-0.35	-8.875	-	-82.666	0.000	-0.502	1.305	-0.551	2.564
	1602	-0.35	-9	-	-78.966	0.000	-0.892	1.210	-0.393	2.477
19	1602	-0.35	-9	-	-78.958	0.000	-0.882	1.209	-0.393	2.477
micropilote 0.20	1603	-0.35	-9.125	-	-75.060	0.000	-1.387	1.025	-0.253	2.337
	1604	-0.35	-9.25	-	-71.048	0.000	-1.998	0.746	-0.141	2.126
	1605	-0.35	-9.375	-	-66.807	0.000	-2.687	0.349	-0.071	1.834
	1876	-0.35	-9.5	-	-62.341	0.000	-3.426	0.000	-0.059	1.452
20	1876	-0.35	-9.5	-	-62.608	0.000	-3.662	0.000	-0.059	1.452
micropilote 0.20	1877	-0.35	-9.625	-	-57.677	0.000	-4.023	0.000	-0.159	0.962
	1878	-0.35	-9.75	-	-53.554	0.000	-3.489	0.000	-0.239	0.484
	1879	-0.35	-9.875	-	-50.440	0.000	-2.082	0.874	-0.210	0.179

		2100	-0.35	-10	-48.537	0.000	-1.528	2.559	0.000	0.000
--	--	------	-------	-----	---------	-------	--------	-------	-------	-------

micropilote DERECHO de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	53	0.35	0	203.558	0.000	26.328	0.000	0.000	13.011
		50	0.35	-0.125	203.167	0.000	22.480	0.000	0.000	10.034
		51	0.35	-0.25	202.603	0.000	18.693	0.000	-1.510	7.506
		52	0.35	-0.375	201.876	0.000	15.010	0.000	-3.075	5.419
		49	0.35	-0.5	200.996	0.000	11.554	0.000	-4.269	3.764
	2 micropilote 0.20	49	0.35	-0.5	201.020	0.000	11.582	0.000	-4.269	3.764
		21	0.35	-0.625	200.079	0.000	-8.443	0.000	-5.069	2.518
		22	0.35	-0.75	199.108	0.000	-5.769	0.000	-5.518	1.634
		23	0.35	-0.875	198.111	0.000	-3.554	0.000	-5.677	1.056
		24	0.35	-1	197.090	0.000	-1.792	1.455	-5.607	0.727
	3 micropilote 0.20	24	0.35	-1	197.090	0.000	-1.783	1.488	-5.607	0.727
		8	0.35	-1.125	196.049	0.000	-0.527	2.478	-5.372	0.587
		9	0.35	-1.25	194.982	0.000	0.000	3.156	-5.026	0.579
		10	0.35	-1.375	193.891	0.000	0.000	3.522	-4.610	0.658
		112	0.35	-1.5	192.776	0.000	0.000	3.589	-4.164	0.784
	4 micropilote 0.20	112	0.35	-1.5	192.775	0.000	0.000	3.634	-4.164	0.784
		113	0.35	-1.625	191.633	0.000	0.000	3.558	-3.714	0.933
		114	0.35	-1.75	190.463	0.000	0.000	3.402	-3.278	1.081
		115	0.35	-1.875	189.267	0.000	0.000	3.163	-2.866	1.216
		126	0.35	-2	188.045	0.000	0.000	2.839	-2.491	1.328
5 micropilote 0.20	126	0.35	-2	188.044	0.000	0.000	2.861	-2.491	1.328	
	127	0.35	-2.125	186.795	0.000	0.000	2.531	-2.154	1.414	
	128	0.35	-2.25	185.516	0.000	0.000	2.233	-1.856	1.470	
	129	0.35	-2.375	184.209	0.000	0.000	1.955	-1.595	1.497	
	156	0.35	-2.5	182.875	0.000	-0.124	1.686	-1.367	1.494	
6 micropilote 0.20	156	0.35	-2.5	182.874	0.000	-0.123	1.691	-1.367	1.494	
	157	0.35	-2.625	181.510	0.000	-0.309	1.456	-1.171	1.467	
	158	0.35	-2.75	180.117	0.000	-0.483	1.264	-1.001	1.417	
	159	0.35	-2.875	178.693	0.000	-0.628	1.101	-0.854	1.347	
	170	0.35	-3	177.240	0.000	-0.728	0.955	-0.778	1.262	
7	170	0.35	-3	177.240	0.000	-0.736	0.958	-0.778	1.262	

micropilote 0.20	171	0.35	-3.125	175.757	0.000	-0.810	0.839	-0.727	1.176
	172	0.35	-3.25	174.243	0.000	-0.882	0.753	-0.686	1.085
	173	0.35	-3.375	172.770	0.000	-0.939	0.691	-0.651	0.985
	190	0.35	-3.5	171.385	0.000	-0.969	0.640	-0.620	0.901
8 micropilote 0.20	190	0.35	-3.5	171.384	0.000	-0.972	0.640	-0.620	0.901
	191	0.35	-3.625	169.970	0.000	-0.988	0.602	-0.592	0.849
	192	0.35	-3.75	168.525	0.000	-1.004	0.579	-0.641	0.794
	193	0.35	-3.875	167.052	0.000	-1.010	0.569	-0.687	0.738
	204	0.35	-4	165.550	0.000	-1.000	0.565	-0.731	0.740
9 micropilote 0.20	204	0.35	-4	165.549	0.000	-1.004	0.566	-0.731	0.740
	205	0.35	-4.125	164.018	0.000	-0.986	0.562	-0.770	0.743
	206	0.35	-4.25	162.458	0.000	-0.972	0.564	-0.805	0.746
	207	0.35	-4.375	160.868	0.000	-0.957	0.569	-0.835	0.747
	328	0.35	-4.5	159.251	0.000	-0.938	0.574	-0.860	0.749
10 micropilote 0.20	328	0.35	-4.5	159.250	0.000	-0.939	0.573	-0.860	0.749
	329	0.35	-4.625	157.604	0.000	-0.917	0.577	-0.880	0.750
	330	0.35	-4.75	155.927	0.000	-0.897	0.578	-0.895	0.750
	331	0.35	-4.875	154.222	0.000	-0.877	0.580	-0.946	0.750
	342	0.35	-5	152.488	0.000	-0.859	0.583	-1.025	0.750
11 micropilote 0.20	342	0.35	-5	152.487	0.000	-0.859	0.582	-1.025	0.750
	343	0.35	-5.125	150.724	0.000	-0.853	0.581	-1.100	0.790
	344	0.35	-5.25	148.930	0.000	-0.845	0.573	-1.172	0.862
	345	0.35	-5.375	147.106	0.000	-0.837	0.563	-1.238	0.933
	490	0.35	-5.5	145.253	0.000	-0.829	0.556	-1.300	1.003
12 micropilote 0.20	490	0.35	-5.5	145.252	0.000	-0.829	0.555	-1.300	1.003
	491	0.35	-5.625	143.368	0.000	-0.818	0.544	-1.359	1.072
	492	0.35	-5.75	141.452	0.000	-0.805	0.525	-1.412	1.139
	493	0.35	-5.875	139.503	0.000	-0.792	0.505	-1.462	1.203
	504	0.35	-6	137.630	0.000	-0.784	0.492	-1.508	1.266
13 micropilote 0.20	504	0.35	-6	137.628	0.000	-0.782	0.488	-1.508	1.266
	505	0.35	-6.125	135.722	0.000	-0.770	0.470	-1.551	1.326
	506	0.35	-6.25	133.775	0.000	-0.750	0.436	-1.591	1.382
	507	0.35	-6.375	131.788	0.000	-0.729	0.395	-1.628	1.434
	962	0.35	-6.5	129.763	0.000	-0.717	0.357	-1.674	1.481
14 micropilote 0.20	962	0.35	-6.5	129.760	0.000	-0.716	0.355	-1.674	1.481
	963	0.35	-6.625	127.693	0.000	-0.738	0.313	-1.744	1.523

		964	0.35	-6.75	-	125.578	0.000	-0.757	0.261	-1.823	1.558
		965	0.35	-6.875	-	123.417	0.000	-0.777	0.205	-1.906	1.586
		1010	0.35	-7	-	121.211	0.000	-0.800	0.155	-1.987	1.605
15		1010	0.35	-7	-	121.208	0.000	-0.798	0.150	-1.987	1.605
micropilote 0.20		1011	0.35	-7.125	-	118.952	0.000	-0.819	0.092	-2.068	1.618
		1012	0.35	-7.25	-	116.638	0.000	-0.830	0.016	-2.146	1.620
		1013	0.35	-7.375	-	114.388	0.000	-0.837	0.000	-2.221	1.611
		1096	0.35	-7.5	-	112.093	0.000	-0.843	0.000	-2.293	1.589
16		1096	0.35	-7.5	-	112.088	0.000	-0.840	0.000	-2.293	1.589
micropilote 0.20		1097	0.35	-7.625	-	109.724	0.000	-0.837	0.000	-2.362	1.557
		1098	0.35	-7.75	-	107.277	0.000	-0.816	0.000	-2.426	1.510
		1099	0.35	-7.875	-	104.749	0.000	-0.781	0.000	-2.484	1.451
		1144	0.35	-8	-	102.140	0.000	-0.780	0.000	-2.534	1.380
17		1144	0.35	-8	-	102.132	0.000	-0.777	0.000	-2.534	1.380
micropilote 0.20		1145	0.35	-8.125	-	-99.428	0.000	-0.781	0.000	-2.577	1.299
		1146	0.35	-8.25	-	-96.609	0.000	-0.759	0.000	-2.606	1.209
		1147	0.35	-8.375	-	-93.672	0.000	-0.806	0.019	-2.617	1.112
		1314	0.35	-8.5	-	-90.618	0.000	-0.819	0.201	-2.604	1.010
18		1314	0.35	-8.5	-	-90.604	0.000	-0.816	0.209	-2.604	1.010
micropilote 0.20		1315	0.35	-8.625	-	-87.409	0.000	-0.789	0.461	-2.564	0.909
		1316	0.35	-8.75	-	-84.035	0.000	-0.724	0.792	-2.486	0.814
		1317	0.35	-8.875	-	-80.480	0.000	-0.601	1.187	-2.363	0.730
		1362	0.35	-9	-	-76.741	0.000	-0.399	1.628	-2.187	0.667
19		1362	0.35	-9	-	-76.723	0.000	-0.412	1.628	-2.187	0.667
micropilote 0.20		1363	0.35	-9.125	-	-72.751	0.000	-0.139	2.154	-1.952	0.632
		1364	0.35	-9.25	-	-68.509	0.000	0.000	2.722	-1.647	0.632
		1365	0.35	-9.375	-	-64.003	0.000	0.000	3.267	-1.272	0.665
		1578	0.35	-9.5	-	-59.264	0.000	0.000	3.728	-0.834	0.728
20		1578	0.35	-9.5	-	-59.613	0.000	0.000	3.285	-0.834	0.728
micropilote 0.20		1579	0.35	-9.625	-	-54.351	0.000	0.000	3.480	-0.402	0.760
		1580	0.35	-9.75	-	-50.062	0.000	-0.807	2.565	-0.133	0.735
		1581	0.35	-9.875	-	-47.007	0.000	-2.750	0.525	-0.077	0.528
		1906	0.35	-10	-	-45.446	0.000	-5.902	0.716	0.000	0.000

2.2 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes con ángulo de inclinación de 5°.

L=	10 m
P=	392 KN

$\alpha_p = 5^\circ$

micropilote izquierdo de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	399	-0.35	0	218.279	0.000	0.000	22.776	-14.457	0.000
		396	-0.361	-0.125	217.998	0.000	0.000	20.170	-11.831	0.224
		397	-0.372	-0.249	217.590	0.000	0.000	17.453	-9.533	2.049
		398	-0.383	-0.374	217.063	0.000	0.000	14.651	-7.575	3.470
		461	-0.394	-0.50	216.429	0.000	0.000	11.791	-5.970	4.501
	2 micropilote 0.20	461	-0.394	-0.498	216.452	0.000	0.000	11.871	-5.970	4.501
		463	-0.404	-0.623	215.803	0.000	0.000	9.168	-4.701	5.180
		464	-0.415	-0.747	215.155	0.000	0.000	6.840	-3.738	5.549
		465	-0.426	-0.872	214.509	0.000	0.000	4.883	-3.036	5.662
		462	-0.437	-0.996	213.867	0.000	-1.305	3.293	-2.550	5.577
	3 micropilote 0.20	462	-0.437	-0.996	213.864	0.000	-1.341	3.292	-2.550	5.577
		442	-0.448	-1.121	213.222	0.000	-2.221	2.108	-2.229	5.351
		443	-0.459	-1.245	212.571	0.000	-2.830	1.241	-2.030	5.033
		444	-0.47	-1.37	211.910	0.000	-3.170	0.656	-1.917	4.655
		445	-0.481	-1.494	211.237	0.000	-3.245	0.334	-1.858	4.252
	4 micropilote 0.20	445	-0.481	-1.494	211.235	0.000	-3.285	0.304	-1.858	4.252
		419	-0.491	-1.619	210.544	0.000	-3.222	0.130	-1.832	3.844
		420	-0.502	-1.743	209.836	0.000	-3.091	0.056	-1.821	3.449
		421	-0.513	-1.868	209.109	0.000	-2.884	0.054	-1.815	3.075
		476	-0.524	-1.992	208.365	0.000	-2.593	0.097	-1.806	2.732
	5 micropilote 0.20	476	-0.524	-1.992	208.363	0.000	-2.618	0.095	-1.806	2.732
		477	-0.535	-2.117	207.596	0.000	-2.333	0.170	-1.790	2.423
		478	-0.546	-2.241	206.803	0.000	-2.083	0.275	-1.762	2.147
		479	-0.557	-2.366	205.985	0.000	-1.852	0.388	-1.721	1.901
		516	-0.568	-2.49	205.142	0.000	-1.622	0.492	-1.665	1.684
6 micropilote 0.20	516	-0.568	-2.49	205.140	0.000	-1.629	0.492	-1.665	1.684	
	517	-0.578	-2.615	204.269	0.000	-1.430	0.586	-1.598	1.498	

	518	-0.589	-2.739	203.367	0.000	-1.271	0.679	-1.519	1.337
	519	-0.6	-2.864	202.433	0.000	-1.137	0.756	-1.429	1.195
	540	-0.611	-2.988	201.469	0.000	-1.009	0.805	-1.331	1.068
7 micropilote 0.20	540	-0.611	-2.988	201.468	0.000	-1.014	0.812	-1.331	1.068
	541	-0.622	-3.113	200.471	0.000	-0.904	0.843	-1.237	0.956
	542	-0.633	-3.237	199.439	0.000	-0.830	0.876	-1.193	0.855
	543	-0.644	-3.362	198.373	0.000	-0.777	0.902	-1.143	0.762
	826	-0.655	-3.486	197.275	0.000	-0.730	0.908	-1.087	0.675
8 micropilote 0.20	826	-0.655	-3.486	197.274	0.000	-0.730	0.911	-1.087	0.675
	827	-0.665	-3.611	196.139	0.000	-0.697	0.911	-1.027	0.617
	828	-0.676	-3.735	194.968	0.000	-0.681	0.912	-0.964	0.591
	829	-0.687	-3.86	193.760	0.000	-0.672	0.909	-0.927	0.567
	956	-0.698	-3.984	192.516	0.000	-0.658	0.891	-0.925	0.545
9 micropilote 0.20	956	-0.698	-3.984	192.515	0.000	-0.661	0.895	-0.925	0.545
	957	-0.709	-4.109	191.234	0.000	-0.649	0.875	-0.930	0.539
	958	-0.72	-4.233	189.913	0.000	-0.648	0.866	-0.932	0.579
	959	-0.731	-4.358	188.554	0.000	-0.651	0.858	-0.930	0.618
	974	-0.742	-4.482	187.157	0.000	-0.652	0.848	-0.924	0.655
10 micropilote 0.20	974	-0.742	-4.482	187.155	0.000	-0.651	0.848	-0.924	0.655
	975	-0.752	-4.607	185.719	0.000	-0.646	0.834	-0.916	0.691
	976	-0.763	-4.731	184.240	0.000	-0.642	0.821	-0.904	0.724
	977	-0.774	-4.856	182.719	0.000	-0.637	0.810	-0.888	0.756
	1134	-0.785	-4.98	181.158	0.000	-0.628	0.801	-0.888	0.785
11 micropilote 0.20	1134	-0.785	-4.98	181.156	0.000	-0.629	0.800	-0.888	0.785
	1135	-0.796	-5.105	179.551	0.000	-0.629	0.789	-0.939	0.814
	1136	-0.807	-5.229	177.899	0.000	-0.628	0.776	-0.986	0.841
	1137	-0.818	-5.354	176.201	0.000	-0.624	0.765	-1.030	0.925
	1238	-0.829	-5.478	174.458	0.000	-0.618	0.760	-1.069	1.020
12 micropilote 0.20	1238	-0.829	-5.478	174.456	0.000	-0.616	0.757	-1.069	1.020
	1239	-0.839	-5.603	172.664	0.000	-0.606	0.752	-1.105	1.115
	1240	-0.85	-5.727	170.818	0.000	-0.588	0.739	-1.136	1.208
	1241	-0.861	-5.852	168.919	0.000	-0.568	0.723	-1.162	1.299
	1324	-0.872	-5.976	166.967	0.000	-0.550	0.713	-1.183	1.389
13 micropilote 0.20	1324	-0.872	-5.976	166.964	0.000	-0.547	0.709	-1.183	1.389
	1325	-0.883	-6.101	164.956	0.000	-0.529	0.704	-1.199	1.478
	1326	-0.894	-6.225	162.884	0.000	-0.501	0.684	-1.211	1.564

		1327	-0.905	-6.35	160.749	0.000	-0.468	0.658	-1.218	1.648
		1354	-0.916	-6.474	158.553	0.000	-0.439	0.641	-1.219	1.729
14		1354	-0.916	-6.474	158.549	0.000	-0.439	0.639	-1.219	1.729
micropilote 0.20		1355	-0.926	-6.599	156.283	0.000	-0.452	0.625	-1.216	1.806
		1356	-0.937	-6.723	153.940	0.000	-0.465	0.596	-1.248	1.879
		1357	-0.948	-6.848	151.521	0.000	-0.479	0.562	-1.294	1.946
		1378	-0.959	-6.972	149.026	0.000	-0.498	0.527	-1.337	2.008
15		1378	-0.959	-6.972	149.020	0.000	-0.497	0.523	-1.337	2.008
micropilote 0.20		1379	-0.97	-7.097	146.440	0.000	-0.519	0.484	-1.380	2.063
		1380	-0.981	-7.221	143.763	0.000	-0.538	0.422	-1.420	2.111
		1381	-0.992	-7.346	140.989	0.000	-0.560	0.345	-1.460	2.149
		1402	-1.003	-7.47	138.120	0.000	-0.587	0.272	-1.498	2.175
16		1402	-1.003	-7.47	138.114	0.000	-0.588	0.272	-1.498	2.175
micropilote 0.20		1403	-1.013	-7.595	135.139	0.000	-0.609	0.203	-1.538	2.189
		1404	-1.024	-7.719	132.044	0.000	-0.629	0.135	-1.576	2.185
		1405	-1.035	-7.844	128.829	0.000	-0.654	0.058	-1.614	2.162
		1416	-1.046	-7.968	125.494	0.000	-0.690	0.000	-1.654	2.119
17		1416	-1.046	-7.968	125.487	0.000	-0.685	0.000	-1.654	2.119
micropilote 0.20		1417	-1.057	-8.093	122.020	0.000	-0.784	0.000	-1.696	2.053
		1418	-1.068	-8.217	118.402	0.000	-0.914	0.000	-1.740	1.961
		1419	-1.079	-8.342	114.635	0.000	-1.085	0.000	-1.785	1.840
		1732	-1.09	-8.466	110.720	0.000	-1.317	0.000	-1.830	1.690
18		1732	-1.09	-8.466	110.713	0.000	-1.317	0.000	-1.830	1.690
micropilote 0.20		1733	-1.1	-8.591	106.633	0.000	-1.561	0.000	-1.876	1.511
		1734	-1.111	-8.715	102.379	0.000	-1.812	0.000	-1.918	1.299
		1735	-1.122	-8.84	-97.953	0.000	-2.051	0.000	-1.952	1.058
		2002	-1.133	-8.964	-93.356	0.000	-2.256	0.000	-1.973	0.788
19		2002	-1.133	-8.964	-93.361	0.000	-2.224	0.000	-1.973	0.788
micropilote 0.20		2003	-1.144	-9.089	-88.586	0.000	-2.403	0.055	-1.976	0.498
		2004	-1.155	-9.213	-83.663	0.000	-2.431	0.334	-1.974	0.194
		2005	-1.166	-9.338	-78.601	0.000	-2.244	0.766	-1.935	0.000
		2206	-1.177	-9.462	-73.410	0.000	-1.780	1.372	-1.826	0.000
20		2206	-1.177	-9.462	-73.673	0.000	-1.823	1.279	-1.826	0.000
micropilote 0.20		2207	-1.187	-9.587	-68.082	0.000	-0.535	2.639	-1.592	0.000
		2208	-1.198	-9.711	-63.307	0.000	0.000	3.914	-1.178	0.000
		2209	-1.209	-9.836	-59.583	0.000	0.000	4.829	-0.630	0.000
		2500	-1.22	-9.96	-57.143	0.000	0.000	5.096	0.000	0.000

micropilote DERECHO de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_ma x [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_ma x [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	106	0.35	0	215.374	0.000	22.810	0.000	0.000	13.508
		103	0.361	-0.125	215.084	0.000	19.776	0.000	-0.885	10.899
		104	0.372	-0.249	214.650	0.000	16.856	0.000	-2.805	8.623
		105	0.383	-0.374	214.082	0.000	14.124	0.000	-4.299	6.687
		102	0.394	-0.498	213.390	0.000	11.358	0.000	-5.380	5.094
	2 micropilote 0.20	102	0.394	-0.498	213.417	0.000	11.383	0.000	-5.380	5.094
		74	0.404	-0.623	212.717	0.000	-8.685	0.000	-6.082	3.845
		75	0.415	-0.747	212.013	0.000	-6.368	0.000	-6.449	2.908
		76	0.426	-0.872	211.308	0.000	-4.426	0.361	-6.543	2.237
		77	0.437	-0.996	210.602	0.000	-2.851	1.719	-6.427	1.786
	3 micropilote 0.20	77	0.437	-0.996	210.600	0.000	-2.843	1.763	-6.427	1.786
		7	0.448	-1.121	209.889	0.000	-1.686	2.666	-6.160	1.507
		8	0.459	-1.245	209.168	0.000	-0.844	3.284	-5.792	1.352
		9	0.47	-1.37	208.435	0.000	-0.272	3.617	-5.360	1.285
		26	0.481	-1.494	207.692	0.000	0.000	3.692	-4.900	1.274
	4 micropilote 0.20	26	0.481	-1.494	207.690	0.000	0.000	3.741	-4.900	1.274
		27	0.491	-1.619	206.930	0.000	0.000	3.667	-4.437	1.300
		28	0.502	-1.743	206.150	0.000	0.000	3.533	-3.986	1.343
		29	0.513	-1.868	205.350	0.000	0.000	3.332	-3.557	1.389
		46	0.524	-1.992	204.531	0.000	0.000	3.056	-3.157	1.427
	5 micropilote 0.20	46	0.524	-1.992	204.529	0.000	0.000	3.075	-3.157	1.427
		47	0.535	-2.117	203.689	0.000	0.000	2.780	-2.791	1.455
		48	0.546	-2.241	202.824	0.000	0.000	2.506	-2.461	1.468
		49	0.557	-2.366	201.933	0.000	-0.092	2.243	-2.164	1.465
		60	0.568	-2.49	201.016	0.000	-0.212	1.977	-1.901	1.446
	6 micropilote 0.20	60	0.568	-2.49	201.015	0.000	-0.226	1.992	-1.901	1.446
		61	0.578	-2.615	200.069	0.000	-0.314	1.734	-1.668	1.412
		62	0.589	-2.739	199.091	0.000	-0.415	1.522	-1.465	1.374
		63	0.6	-2.864	198.085	0.000	-0.519	1.346	-1.286	1.324
		182	0.611	-2.988	197.049	0.000	-0.614	1.199	-1.128	1.261
	7 micropilote 0.20	182	0.611	-2.988	197.048	0.000	-0.615	1.198	-1.128	1.261
		183	0.622	-3.113	195.984	0.000	-0.685	1.066	-1.010	1.187

	184	0.633	-3.237	194.886	0.000	-0.756	0.962	-0.947	1.105
	185	0.644	-3.362	193.754	0.000	-0.819	0.878	-0.893	1.014
	196	0.655	-3.486	192.589	0.000	-0.864	0.807	-0.845	0.917
8 micropilote 0.20	196	0.655	-3.486	192.589	0.000	-0.864	0.805	-0.845	0.917
	197	0.665	-3.611	191.389	0.000	-0.891	0.739	-0.803	0.837
	198	0.676	-3.735	190.154	0.000	-0.918	0.689	-0.764	0.787
	199	0.687	-3.86	188.886	0.000	-0.937	0.646	-0.764	0.734
	210	0.698	-3.984	187.584	0.000	-0.939	0.603	-0.806	0.679
9 micropilote 0.20	210	0.698	-3.984	187.583	0.000	-0.943	0.604	-0.806	0.679
	211	0.709	-4.109	186.246	0.000	-0.946	0.577	-0.847	0.642
	212	0.72	-4.233	184.873	0.000	-0.955	0.559	-0.885	0.646
	213	0.731	-4.358	183.464	0.000	-0.962	0.545	-0.920	0.647
	230	0.742	-4.482	182.019	0.000	-0.962	0.531	-0.953	0.646
10 micropilote 0.20	230	0.742	-4.482	182.018	0.000	-0.963	0.531	-0.953	0.646
	231	0.752	-4.607	180.536	0.000	-0.960	0.517	-0.983	0.643
	232	0.763	-4.731	179.015	0.000	-0.959	0.504	-1.009	0.638
	233	0.774	-4.856	177.454	0.000	-0.956	0.491	-1.032	0.630
	244	0.785	-4.98	175.856	0.000	-0.950	0.478	-1.069	0.621
11 micropilote 0.20	244	0.785	-4.98	175.854	0.000	-0.951	0.478	-1.069	0.621
	245	0.796	-5.105	174.217	0.000	-0.951	0.459	-1.159	0.610
	246	0.807	-5.229	172.535	0.000	-0.956	0.439	-1.246	0.597
	247	0.818	-5.354	170.811	0.000	-0.961	0.420	-1.330	0.631
	342	0.829	-5.478	169.045	0.000	-0.964	0.406	-1.412	0.683
12 micropilote 0.20	342	0.829	-5.478	169.043	0.000	-0.964	0.403	-1.412	0.683
	343	0.839	-5.603	167.232	0.000	-0.963	0.384	-1.490	0.732
	344	0.85	-5.727	165.371	0.000	-0.957	0.359	-1.566	0.779
	345	0.861	-5.852	163.462	0.000	-0.950	0.333	-1.637	0.822
	676	0.872	-5.976	161.505	0.000	-0.945	0.314	-1.705	0.862
13 micropilote 0.20	676	0.872	-5.976	161.502	0.000	-0.943	0.312	-1.705	0.862
	677	0.883	-6.101	159.491	0.000	-0.932	0.292	-1.770	0.900
	678	0.894	-6.225	157.421	0.000	-0.912	0.264	-1.831	0.935
	679	0.905	-6.35	155.291	0.000	-0.887	0.243	-1.888	0.966
	690	0.916	-6.474	153.104	0.000	-0.865	0.231	-1.940	0.994
14 micropilote 0.20	690	0.916	-6.474	153.100	0.000	-0.864	0.229	-1.940	0.994
	691	0.926	-6.599	150.848	0.000	-0.868	0.215	-1.989	1.019
	692	0.937	-6.723	148.523	0.000	-0.869	0.196	-2.077	1.041

	693	0.948	-6.848	-	146.126	0.000	-0.866	0.182	-2.173	1.059
	710	0.959	-6.972	-	143.658	0.000	-0.859	0.180	-2.264	1.075
15	710	0.959	-6.972	-	143.653	0.000	-0.857	0.176	-2.264	1.075
micropilote 0.20	711	0.97	-7.097	-	141.105	0.000	-0.840	0.177	-2.350	1.091
	712	0.981	-7.221	-	138.466	0.000	-0.807	0.169	-2.428	1.104
	713	0.992	-7.346	-	135.736	0.000	-0.760	0.158	-2.497	1.114
	782	1.003	-7.47	-	132.916	0.000	-0.703	0.153	-2.555	1.122
16	782	1.003	-7.47	-	132.910	0.000	-0.704	0.154	-2.555	1.122
micropilote 0.20	783	1.013	-7.595	-	130.036	0.000	-0.626	0.208	-2.600	1.126
	784	1.024	-7.719	-	127.099	0.000	-0.539	0.268	-2.632	1.126
	785	1.035	-7.844	-	124.043	0.000	-0.448	0.325	-2.650	1.124
	1042	1.046	-7.968	-	120.868	0.000	-0.354	0.377	-2.655	1.122
17	1042	1.046	-7.968	-	120.860	0.000	-0.344	0.381	-2.655	1.122
micropilote 0.20	1043	1.057	-8.093	-	117.553	0.000	-0.267	0.436	-2.647	1.119
	1044	1.068	-8.217	-	114.097	0.000	-0.202	0.492	-2.621	1.111
	1045	1.079	-8.342	-	110.491	0.000	-0.141	0.546	-2.575	1.097
	1300	1.09	-8.466	-	106.737	0.000	-0.199	0.617	-2.509	1.076
18	1300	1.09	-8.466	-	106.730	0.000	-0.207	0.622	-2.509	1.076
micropilote 0.20	1301	1.1	-8.591	-	102.810	0.000	-0.276	0.777	-2.422	1.046
	1302	1.111	-8.715	-	98.709	0.000	-0.385	0.962	-2.313	1.005
	1303	1.122	-8.84	-	94.431	0.000	-0.517	1.153	-2.181	0.949
	1640	1.133	-8.964	-	89.976	0.000	-0.657	1.329	-2.026	0.876
19	1640	1.133	-8.964	-	89.979	0.000	-0.644	1.343	-2.026	0.876
micropilote 0.20	1643	1.144	-9.089	-	85.330	0.000	-0.828	1.490	-1.849	0.784
	1642	1.155	-9.213	-	80.511	0.000	-0.981	1.684	-1.652	0.670
	1641	1.166	-9.338	-	75.529	0.000	-1.062	1.921	-1.427	0.542
	1920	1.177	-9.462	-	70.393	0.000	-1.026	2.198	-1.170	0.409
20	1920	1.177	-9.462	-	70.665	0.000	-1.246	1.929	-1.170	0.409
micropilote 0.20	1921	1.187	-9.587	-	65.133	0.000	-0.606	2.762	-0.874	0.298
	1922	1.198	-9.711	-	60.484	0.000	-0.340	2.990	-0.502	0.254
	1923	1.209	-9.836	-	56.940	0.000	-0.830	2.243	-0.167	0.187
	2310	1.22	-9.96	-	54.721	0.000	-2.397	1.407	0.000	0.000

2.3 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes con ángulo de inclinación de 15°.

L=	10 m
P=	392 KN

$\alpha_p = 15^\circ$

micropilote izquierdo de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	323	-0.35	0	231.686	0.000	0.000	18.552	-12.260	0.000
		320	-0.382	-0.121	231.621	0.000	0.000	15.704	-10.638	0.000
		321	-0.415	-0.242	231.462	0.000	0.000	12.900	-9.154	1.344
		322	-0.447	-0.362	231.214	0.000	0.000	10.603	-7.813	2.750
		376	-0.48	-0.48	230.882	0.000	0.000	9.114	-6.622	3.847
	2 micropilote 0.20	376	-0.48	-0.483	230.904	0.000	0.000	9.127	-6.622	3.847
		377	-0.512	-0.604	230.538	0.000	0.000	7.751	-5.589	4.656
		378	-0.544	-0.725	230.178	0.000	0.000	6.439	-4.712	5.205
		379	-0.577	-0.845	229.828	0.000	0.000	5.190	-3.988	5.526
		394	-0.609	-0.966	229.491	0.000	0.000	4.017	-3.413	5.649
	3 micropilote 0.20	394	-0.609	-0.966	229.492	0.000	0.000	4.069	-3.413	5.649
		395	-0.641	-1.087	229.188	0.000	-0.963	3.132	-2.965	5.616
		396	-0.674	-1.208	228.890	0.000	-1.753	2.381	-2.622	5.464
		397	-0.706	-1.328	228.597	0.000	-2.271	1.795	-2.363	5.228
		418	-0.739	-1.449	228.308	0.000	-2.513	1.350	-2.167	4.940
	4 micropilote 0.20	418	-0.739	-1.449	228.303	0.000	-2.556	1.341	-2.167	4.940
		419	-0.771	-1.57	228.001	0.000	-2.646	1.031	-2.020	4.623
		420	-0.803	-1.691	227.679	0.000	-2.657	0.822	-1.905	4.297
		421	-0.836	-1.811	227.336	0.000	-2.580	0.690	-1.812	3.972
		506	-0.868	-1.932	226.972	0.000	-2.415	0.610	-1.731	3.659
5 micropilote 0.20	506	-0.868	-1.932	226.968	0.000	-2.434	0.605	-1.731	3.659	
	507	-0.9	-2.053	226.575	0.000	-2.260	0.565	-1.658	3.366	
	508	-0.933	-2.174	226.147	0.000	-2.088	0.561	-1.588	3.094	
	509	-0.965	-2.294	225.684	0.000	-1.907	0.574	-1.517	2.844	
	530	-0.998	-2.415	225.184	0.000	-1.707	0.584	-1.444	2.618	
6 micropilote 0.20	530	-0.998	-2.415	225.182	0.000	-1.715	0.586	-1.444	2.618	
	531	-1.03	-2.536	224.641	0.000	-1.534	0.605	-1.370	2.416	

	532	-1.062	-2.657	224.053	0.000	-1.381	0.637	-1.293	2.233
	533	-1.095	-2.777	223.418	0.000	-1.243	0.668	-1.211	2.070
	588	-1.127	-2.898	222.738	0.000	-1.108	0.682	-1.126	1.923
7 micropilote 0.20	588	-1.127	-2.898	222.736	0.000	-1.111	0.685	-1.126	1.923
	589	-1.159	-3.019	222.005	0.000	-1.002	0.701	-1.040	1.791
	590	-1.192	-3.14	221.220	0.000	-0.919	0.722	-0.993	1.671
	591	-1.224	-3.26	220.379	0.000	-0.851	0.737	-0.950	1.561
	756	-1.257	-3.381	219.484	0.000	-0.783	0.732	-0.903	1.458
8 micropilote 0.20	756	-1.257	-3.381	219.482	0.000	-0.789	0.739	-0.903	1.458
	757	-1.289	-3.502	218.529	0.000	-0.734	0.728	-0.853	1.363
	758	-1.321	-3.623	217.514	0.000	-0.703	0.727	-0.800	1.274
	759	-1.354	-3.743	216.439	0.000	-0.687	0.727	-0.745	1.187
	912	-1.386	-3.864	215.302	0.000	-0.675	0.718	-0.687	1.102
9 micropilote 0.20	912	-1.386	-3.864	215.301	0.000	-0.675	0.719	-0.687	1.102
	913	-1.418	-3.985	214.100	0.000	-0.662	0.699	-0.628	1.018
	914	-1.451	-4.106	212.832	0.000	-0.662	0.685	-0.623	0.953
	915	-1.483	-4.226	211.498	0.000	-0.669	0.671	-0.627	0.917
	926	-1.516	-4.347	210.097	0.000	-0.676	0.651	-0.627	0.879
10 micropilote 0.20	926	-1.516	-4.347	210.095	0.000	-0.677	0.653	-0.627	0.879
	927	-1.548	-4.468	208.626	0.000	-0.682	0.628	-0.626	0.866
	928	-1.58	-4.589	207.083	0.000	-0.692	0.606	-0.622	0.882
	929	-1.613	-4.709	205.467	0.000	-0.704	0.585	-0.616	0.895
	1230	-1.645	-4.83	203.780	0.000	-0.714	0.560	-0.614	0.905
11 micropilote 0.20	1230	-1.645	-4.83	203.778	0.000	-0.714	0.560	-0.614	0.905
	1231	-1.677	-4.951	202.016	0.000	-0.722	0.534	-0.613	0.912
	1232	-1.71	-5.072	200.175	0.000	-0.733	0.510	-0.612	0.916
	1233	-1.742	-5.192	198.257	0.000	-0.752	0.487	-0.614	0.917
	1258	-1.775	-5.313	196.262	0.000	-0.768	0.465	-0.670	0.915
12 micropilote 0.20	1258	-1.775	-5.313	196.260	0.000	-0.769	0.465	-0.670	0.915
	1259	-1.807	-5.434	194.184	0.000	-0.780	0.443	-0.725	0.910
	1260	-1.839	-5.555	192.024	0.000	-0.789	0.420	-0.778	0.903
	1261	-1.872	-5.675	189.779	0.000	-0.796	0.401	-0.829	0.893
	1326	-1.904	-5.796	187.451	0.000	-0.803	0.385	-0.878	0.880
13 micropilote 0.20	1326	-1.904	-5.796	187.448	0.000	-0.801	0.384	-0.878	0.880
	1327	-1.936	-5.917	185.033	0.000	-0.802	0.367	-0.925	0.923
	1328	-1.969	-6.038	182.525	0.000	-0.796	0.349	-0.970	0.967

		1329	-2.001	-6.158	179.927	0.000	-0.787	0.333	-1.011	1.009
		1340	-2.034	-6.279	177.238	0.000	-0.779	0.323	-1.050	1.048
14		1340	-2.034	-6.279	177.235	0.000	-0.776	0.321	-1.050	1.048
micropilote 0.20		1341	-2.066	-6.4	174.451	0.000	-0.763	0.312	-1.086	1.086
		1342	-2.098	-6.521	171.565	0.000	-0.771	0.299	-1.125	1.121
		1343	-2.131	-6.641	168.579	0.000	-0.778	0.286	-1.215	1.154
		1780	-2.163	-6.762	165.494	0.000	-0.780	0.281	-1.301	1.184
15		1780	-2.163	-6.762	165.490	0.000	-0.778	0.279	-1.301	1.184
micropilote 0.20		1781	-2.195	-6.883	162.300	0.000	-0.773	0.282	-1.384	1.214
		1782	-2.228	-7.004	158.996	0.000	-0.753	0.280	-1.460	1.242
		1783	-2.26	-7.124	155.579	0.000	-0.721	0.280	-1.530	1.269
		1804	-2.293	-7.245	152.051	0.000	-0.681	0.289	-1.591	1.296
16		1804	-2.293	-7.245	152.046	0.000	-0.680	0.289	-1.591	1.296
micropilote 0.20		1805	-2.325	-7.366	148.400	0.000	-0.621	0.298	-1.644	1.323
		1806	-2.357	-7.487	144.626	0.000	-0.539	0.305	-1.685	1.351
		1807	-2.39	-7.607	140.725	0.000	-0.440	0.324	-1.712	1.378
		1828	-2.422	-7.728	136.699	0.000	-0.325	0.390	-1.723	1.407
17		1828	-2.422	-7.728	136.693	0.000	-0.324	0.390	-1.723	1.407
micropilote 0.20		1829	-2.454	-7.849	132.529	0.000	-0.179	0.481	-1.718	1.438
		1830	-2.487	-7.97	128.216	0.000	-0.034	0.584	-1.690	1.470
		1831	-2.519	-8.09	123.758	0.000	-0.029	0.696	-1.639	1.503
		2140	-2.552	-8.211	119.155	0.000	-0.023	0.814	-1.564	1.539
18		2140	-2.552	-8.211	119.151	0.000	-0.024	0.804	-1.564	1.539
micropilote 0.20		2141	-2.584	-8.332	114.393	0.000	-0.017	0.998	-1.461	1.577
		2142	-2.616	-8.453	109.476	0.000	-0.010	1.219	-1.328	1.614
		2143	-2.649	-8.573	104.403	0.000	-0.005	1.446	-1.163	1.645
		2378	-2.681	-8.694	-99.178	0.000	-0.001	1.675	-0.968	1.665
19		2378	-2.681	-8.694	-99.186	0.000	0.000	1.655	-0.968	1.665
micropilote 0.20		2379	-2.713	-8.815	-93.795	0.000	-0.132	1.882	-0.746	1.665
		2380	-2.746	-8.936	-88.275	0.000	-0.465	2.006	-0.501	1.628
		2381	-2.778	-9.056	-82.640	0.000	-0.874	1.986	-0.250	1.545
		2544	-2.811	-9.177	-76.906	0.000	-1.328	1.780	-0.013	1.408
20		2544	-2.811	-9.177	-77.172	0.000	-1.056	1.967	-0.013	1.408
micropilote 0.20		2545	-2.843	-9.298	-71.276	0.000	-2.199	1.099	0.000	1.200
		2546	-2.875	-9.419	-66.407	0.000	-2.998	0.176	-0.002	0.875
		2547	-2.908	-9.539	-62.764	0.000	-3.523	0.000	-0.008	0.499
		2748	-2.94	-9.66	-60.548	0.000	-4.636	0.149	0.000	0.000

micropilote DERECHO de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_ma x [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_ma x [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	52	0.35	0	-	227.027	0.000	19.728	0.000	10.780
		49	0.382	-0.121	-	226.923	0.000	16.689	0.000	9.104
		50	0.415	-0.242	-	226.688	0.000	13.741	0.000	7.570
		51	0.447	-0.362	-	226.326	0.000	11.198	0.000	6.195
		48	0.48	-0.483	-	225.844	0.000	-9.409	0.000	4.985
	2 micropilote 0.20	48	0.48	-0.483	-	225.872	0.000	-9.480	0.000	4.985
		20	0.512	-0.604	-	225.357	0.000	-7.599	0.000	3.962
		21	0.544	-0.725	-	224.852	0.000	-6.049	0.000	3.140
		22	0.577	-0.845	-	224.361	0.000	-4.606	0.000	2.505
		23	0.609	-0.966	-	223.887	0.000	-3.294	0.621	2.039
	3 micropilote 0.20	23	0.609	-0.966	-	223.884	0.000	-3.328	0.655	2.039
		7	0.641	-1.087	-	223.422	0.000	-2.301	1.756	1.714
		8	0.674	-1.208	-	222.958	0.000	-1.512	2.567	1.496
		9	0.706	-1.328	-	222.492	0.000	-0.932	3.093	1.361
		86	0.739	-1.449	-	222.022	0.000	-0.531	3.343	1.283
	4 micropilote 0.20	86	0.739	-1.449	-	222.018	0.000	-0.516	3.382	1.283
		87	0.771	-1.57	-	221.537	0.000	-0.229	3.457	1.245
		88	0.803	-1.691	-	221.036	0.000	-0.053	3.449	1.233
		89	0.836	-1.811	-	220.513	0.000	0.000	3.352	1.235
		100	0.868	-1.932	-	219.968	0.000	0.000	3.161	1.243
	5 micropilote 0.20	100	0.868	-1.932	-	219.966	0.000	0.000	3.181	1.243
		101	0.9	-2.053	-	219.390	0.000	0.000	2.943	1.252
		102	0.933	-2.174	-	218.781	0.000	0.000	2.715	1.258
		103	0.965	-2.294	-	218.137	0.000	-0.033	2.487	1.258
		146	0.998	-2.415	-	217.460	0.000	-0.101	2.248	1.250
	6 micropilote 0.20	146	0.998	-2.415	-	217.458	0.000	-0.100	2.253	1.250
		147	1.03	-2.536	-	216.741	0.000	-0.161	2.019	1.234
		148	1.062	-2.657	-	215.979	0.000	-0.234	1.816	1.209
		149	1.095	-2.777	-	215.172	0.000	-0.307	1.634	1.175
		160	1.127	-2.898	-	214.320	0.000	-0.368	1.461	1.133
	7 micropilote 0.20	160	1.127	-2.898	-	214.318	0.000	-0.369	1.462	1.133
		161	1.159	-3.019	-	213.418	0.000	-0.421	1.305	1.084

	162	1.192	-3.14	212.467	0.000	-0.479	1.180	-1.642	1.027
	163	1.224	-3.26	211.463	0.000	-0.534	1.075	-1.552	0.964
	248	1.257	-3.381	210.409	0.000	-0.577	0.980	-1.470	0.894
8	248	1.257	-3.381	210.407	0.000	-0.579	0.981	-1.470	0.894
micropilote 0.20	249	1.289	-3.502	209.299	0.000	-0.608	0.892	-1.397	0.820
	250	1.321	-3.623	208.131	0.000	-0.641	0.825	-1.330	0.742
	251	1.354	-3.743	206.904	0.000	-0.669	0.768	-1.268	0.660
	268	1.386	-3.864	205.618	0.000	-0.683	0.713	-1.209	0.575
9	268	1.386	-3.864	205.616	0.000	-0.686	0.714	-1.209	0.575
micropilote 0.20	269	1.418	-3.985	204.270	0.000	-0.698	0.670	-1.179	0.489
	270	1.451	-4.106	202.859	0.000	-0.714	0.639	-1.191	0.436
	271	1.483	-4.226	201.384	0.000	-0.727	0.616	-1.201	0.394
	282	1.516	-4.347	199.846	0.000	-0.733	0.594	-1.208	0.351
10	282	1.516	-4.347	199.845	0.000	-0.734	0.594	-1.208	0.351
micropilote 0.20	283	1.548	-4.468	198.241	0.000	-0.734	0.574	-1.212	0.331
	284	1.58	-4.589	196.569	0.000	-0.735	0.561	-1.212	0.341
	285	1.613	-4.709	194.828	0.000	-0.733	0.552	-1.208	0.348
	560	1.645	-4.83	193.019	0.000	-0.726	0.543	-1.200	0.355
11	560	1.645	-4.83	193.017	0.000	-0.727	0.543	-1.200	0.355
micropilote 0.20	561	1.677	-4.951	191.137	0.000	-0.716	0.535	-1.189	0.361
	562	1.71	-5.072	189.182	0.000	-0.704	0.538	-1.173	0.366
	563	1.742	-5.192	187.153	0.000	-0.695	0.544	-1.195	0.370
	574	1.775	-5.313	185.051	0.000	-0.688	0.553	-1.240	0.374
12	574	1.775	-5.313	185.049	0.000	-0.688	0.552	-1.240	0.374
micropilote 0.20	575	1.807	-5.434	182.913	0.000	-0.676	0.558	-1.282	0.378
	576	1.839	-5.555	180.728	0.000	-0.661	0.562	-1.318	0.381
	577	1.872	-5.675	178.466	0.000	-0.644	0.567	-1.350	0.384
	608	1.904	-5.796	176.128	0.000	-0.627	0.574	-1.376	0.417
13	608	1.904	-5.796	176.125	0.000	-0.627	0.573	-1.376	0.417
micropilote 0.20	609	1.936	-5.917	173.706	0.000	-0.604	0.576	-1.397	0.489
	610	1.969	-6.038	171.356	0.000	-0.578	0.574	-1.413	0.561
	611	2.001	-6.158	168.935	0.000	-0.552	0.573	-1.424	0.633
	622	2.034	-6.279	166.431	0.000	-0.530	0.579	-1.431	0.704
14	622	2.034	-6.279	166.427	0.000	-0.529	0.578	-1.431	0.704
micropilote 0.20	623	2.066	-6.4	163.834	0.000	-0.518	0.578	-1.433	0.776
	624	2.098	-6.521	161.145	0.000	-0.525	0.570	-1.443	0.845

	625	2.131	-6.641	158.362	0.000	-0.531	0.560	-1.499	0.913
	892	2.163	-6.762	155.485	0.000	-0.539	0.551	-1.552	0.978
15	892	2.163	-6.762	155.481	0.000	-0.539	0.549	-1.552	0.978
micropilote 0.20	893	2.195	-6.883	152.504	0.000	-0.542	0.526	-1.602	1.040
	894	2.228	-7.004	149.418	0.000	-0.544	0.490	-1.648	1.097
	895	2.26	-7.124	146.224	0.000	-0.548	0.448	-1.690	1.148
	982	2.293	-7.245	142.926	0.000	-0.558	0.407	-1.729	1.193
16	982	2.293	-7.245	142.921	0.000	-0.555	0.400	-1.729	1.193
micropilote 0.20	983	2.325	-7.366	139.509	0.000	-0.562	0.341	-1.767	1.230
	984	2.357	-7.487	135.972	0.000	-0.562	0.254	-1.803	1.257
	985	2.39	-7.607	132.314	0.000	-0.562	0.162	-1.837	1.270
	996	2.422	-7.728	128.534	0.000	-0.569	0.093	-1.869	1.269
17	996	2.422	-7.728	128.529	0.000	-0.567	0.092	-1.869	1.269
micropilote 0.20	997	2.454	-7.849	124.620	0.000	-0.573	0.064	-1.902	1.251
	998	2.487	-7.97	120.570	0.000	-0.579	0.060	-1.933	1.212
	999	2.519	-8.09	116.382	0.000	-0.697	0.055	-1.964	1.151
	1244	2.552	-8.211	112.057	0.000	-0.819	0.049	-1.995	1.065
18	1244	2.552	-8.211	112.054	0.000	-0.812	0.048	-1.995	1.065
micropilote 0.20	1245	2.584	-8.332	107.583	0.000	-1.011	0.040	-2.025	0.953
	1246	2.616	-8.453	102.964	0.000	-1.237	0.030	-2.052	0.812
	1247	2.649	-8.573	-98.202	0.000	-1.442	0.020	-2.072	0.645
	1686	2.681	-8.694	-93.300	0.000	-1.602	0.010	-2.078	0.454
19	1686	2.681	-8.694	-93.307	0.000	-1.586	0.030	-2.078	0.454
micropilote 0.20	1687	2.713	-8.815	-88.276	0.000	-1.635	0.277	-2.061	0.250
	1688	2.746	-8.936	-83.134	0.000	-1.474	0.752	-1.999	0.054
	1689	2.778	-9.056	-77.891	0.000	-1.083	1.438	-1.864	0.008
	1978	2.811	-9.177	-72.554	0.000	-0.440	2.317	-1.631	0.002
20	1978	2.811	-9.177	-72.855	0.000	-0.625	2.095	-1.631	0.002
micropilote 0.20	1979	2.843	-9.298	-67.035	0.000	-0.302	2.917	-1.323	0.000
	1980	2.875	-9.419	-62.136	0.000	-0.137	3.658	-0.902	0.000
	1981	2.908	-9.539	-58.402	0.000	0.000	3.805	-0.433	0.000
	2310	2.94	-9.66	-56.080	0.000	0.000	3.563	0.000	0.000

2.4 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes con ángulo de inclinación de 30°.

L=	10 m
P=	392 KN

$\alpha_p = 30^\circ$

micropilote izquierdo de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	micropilote 0.20	273	-0.35	0	238.921	0.000	13.785	5.138	0.000	8.221
		270	-0.413	-0.108	238.775	0.000	12.215	4.090	0.000	7.633
		271	-0.475	-0.217	238.541	0.000	10.530	3.055	-0.814	7.152
		272	-0.538	-0.325	238.220	0.000	-8.783	2.113	-1.889	6.661
		618	-0.6	-0.43	237.810	0.000	-7.022	1.336	-2.753	6.181
	micropilote 0.20	618	-0.6	-0.433	237.809	0.000	-7.100	1.342	-2.753	6.181
		619	-0.663	-0.541	237.297	0.000	-5.289	0.740	-3.413	5.730
		620	-0.725	-0.65	236.686	0.000	-4.356	0.229	-3.878	5.315
		621	-0.788	-0.758	235.981	0.000	-3.741	0.000	-4.177	4.922
		642	-0.85	-0.866	235.233	0.000	-3.407	0.000	-4.341	4.539
	micropilote 0.20	642	-0.85	-0.866	235.239	0.000	-3.281	0.000	-4.341	4.539
		643	-0.913	-0.974	234.550	0.000	-3.022	0.069	-4.383	4.176
		644	-0.975	-1.083	233.817	0.000	-2.858	0.689	-4.333	3.829
		645	-1.038	-1.191	233.040	0.000	-2.672	1.087	-4.220	3.499
		910	-1.1	-1.299	232.219	0.000	-2.458	1.278	-4.070	3.190
	micropilote 0.20	910	-1.1	-1.299	232.219	0.000	-2.372	1.358	-4.070	3.190
		911	-1.163	-1.407	231.349	0.000	-2.114	1.556	-3.887	2.914
		912	-1.225	-1.516	230.433	0.000	-1.876	1.676	-3.684	2.667
		913	-1.288	-1.624	229.471	0.000	-1.681	1.717	-3.471	2.444
		956	-1.35	-1.732	228.465	0.000	-1.491	1.676	-3.259	2.246
micropilote 0.20	956	-1.35	-1.732	228.466	0.000	-1.499	1.698	-3.259	2.246	
	957	-1.413	-1.84	227.632	0.000	-1.309	1.637	-3.051	2.071	
	958	-1.475	-1.949	226.808	0.000	-1.141	1.585	-2.848	1.918	
	959	-1.538	-2.057	225.946	0.000	-1.034	1.484	-2.657	1.783	
	1010	-1.6	-2.165	225.040	0.000	-1.026	1.279	-2.482	1.655	
micropilote 0.20	1010	-1.6	-2.165	224.994	0.000	-0.748	1.689	-2.482	1.655	
	1011	-1.663	-2.273	224.097	0.000	-0.714	1.365	-2.295	1.574	

	1012	-1.725	-2.382	223.220	0.000	-0.679	1.224	-2.133	1.488
	1013	-1.788	-2.49	222.359	0.000	-0.644	1.152	-1.986	1.408
	1024	-1.85	-2.598	221.512	0.000	-0.608	1.030	-1.847	1.339
7 micropilote 0.20	1024	-1.85	-2.598	221.510	0.000	-0.609	1.032	-1.847	1.339
	1025	-1.913	-2.706	220.611	0.000	-0.572	0.886	-1.730	1.266
	1026	-1.975	-2.815	219.658	0.000	-0.530	0.835	-1.621	1.199
	1027	-2.038	-2.923	218.651	0.000	-0.533	0.763	-1.546	1.133
	1044	-2.1	-3.031	217.591	0.000	-0.696	0.553	-1.486	1.058
8 micropilote 0.20	1044	-2.1	-3.031	217.572	0.000	-0.444	0.807	-1.486	1.058
	1045	-2.163	-3.139	216.453	0.000	-0.426	0.709	-1.415	1.006
	1046	-2.225	-3.248	215.289	0.000	-0.438	0.644	-1.351	0.951
	1047	-2.288	-3.356	214.088	0.000	-0.443	0.606	-1.291	0.896
	1058	-2.35	-3.464	212.859	0.000	-0.422	0.592	-1.232	0.842
9 micropilote 0.20	1058	-2.35	-3.464	212.874	0.000	-0.446	0.563	-1.232	0.842
	1059	-2.413	-3.572	211.574	0.000	-0.460	0.507	-1.183	0.782
	1060	-2.475	-3.681	210.193	0.000	-0.370	0.590	-1.126	0.732
	1061	-2.538	-3.789	208.729	0.000	-0.378	0.586	-1.068	0.685
	1078	-2.6	-3.897	207.178	0.000	-0.670	0.323	-1.023	0.625
10 micropilote 0.20	1078	-2.6	-3.897	207.129	0.000	-0.288	0.640	-1.023	0.625
	1079	-2.663	-4.005	205.511	0.000	-0.360	0.552	-0.959	0.585
	1080	-2.725	-4.114	203.864	0.000	-0.360	0.573	-0.897	0.545
	1081	-2.788	-4.222	202.179	0.000	-0.359	0.583	-0.840	0.504
	1092	-2.85	-4.33	200.448	0.000	-0.432	0.506	-0.820	0.460
11 micropilote 0.20	1092	-2.85	-4.33	200.433	0.000	-0.412	0.530	-0.820	0.460
	1093	-2.913	-4.438	198.675	0.000	-0.514	0.434	-0.808	0.405
	1094	-2.975	-4.547	196.792	0.000	-0.594	0.366	-0.806	0.339
	1095	-3.038	-4.655	194.778	0.000	-0.648	0.377	-0.810	0.297
	1538	-3.1	-4.763	192.628	0.000	-0.702	0.385	-0.816	0.269
12 micropilote 0.20	1538	-3.1	-4.763	192.595	0.000	-0.694	0.419	-0.816	0.269
	1539	-3.163	-4.871	190.348	0.000	-0.811	0.418	-0.834	0.220
	1540	-3.225	-4.98	187.965	0.000	-0.712	0.434	-0.844	0.209
	1541	-3.288	-5.088	185.448	0.000	-0.657	0.420	-0.866	0.211
	1558	-3.35	-5.196	182.798	0.000	-0.921	0.331	-0.922	0.212
13 micropilote 0.20	1558	-3.35	-5.196	182.768	0.000	-0.466	0.618	-0.922	0.212
	1559	-3.413	-5.304	180.023	0.000	-0.503	0.577	-0.944	0.220
	1560	-3.475	-5.413	177.189	0.000	-0.514	0.605	-0.968	0.226

	1561	-3.538	-5.521	174.278	0.000	-0.491	0.667	-0.988	0.232
	1572	-3.6	-5.629	171.305	0.000	-0.459	0.731	-1.001	0.238
14	1572	-3.6	-5.629	171.330	0.000	-0.492	0.696	-1.001	0.238
micropilote 0.20	1573	-3.663	-5.737	168.215	0.000	-0.540	0.658	-1.022	0.241
	1574	-3.725	-5.846	164.965	0.000	-0.442	0.730	-1.031	0.284
	1575	-3.788	-5.954	161.587	0.000	-0.390	0.723	-1.032	0.365
	1980	-3.85	-6.062	158.090	0.000	-0.574	0.447	-1.036	0.434
15	1980	-3.85	-6.062	158.073	0.000	-0.220	0.762	-1.036	0.434
micropilote 0.20	1981	-3.913	-6.17	154.525	0.000	-0.275	0.715	-1.058	0.518
	1982	-3.975	-6.279	150.916	0.000	-0.229	0.703	-1.089	0.600
	1983	-4.038	-6.387	147.258	0.000	-0.148	0.694	-1.114	0.681
	1994	-4.1	-6.495	143.565	0.000	-0.116	0.653	-1.128	0.760
16	1994	-4.1	-6.495	143.576	0.000	-0.129	0.653	-1.128	0.760
micropilote 0.20	1995	-4.163	-6.603	139.838	0.000	-0.077	0.640	-1.143	0.835
	1996	-4.225	-6.712	135.980	0.000	0.000	0.702	-1.143	0.915
	1997	-4.288	-6.82	132.000	0.000	0.000	0.675	-1.129	0.991
	2350	-4.35	-6.928	127.899	0.000	-0.049	0.601	-1.108	1.049
17	2350	-4.35	-6.928	127.861	0.000	0.000	0.710	-1.108	1.049
micropilote 0.20	2351	-4.413	-7.036	123.685	0.000	0.000	0.656	-1.070	1.111
	2352	-4.475	-7.145	119.403	0.000	0.000	0.865	-0.998	1.191
	2353	-4.538	-7.253	115.021	0.000	0.000	0.988	-0.903	1.276
	2600	-4.6	-7.361	110.547	0.000	0.000	0.781	-0.802	1.342
18	2600	-4.6	-7.361	110.496	0.000	0.000	1.045	-0.802	1.342
micropilote 0.20	2601	-4.663	-7.469	105.872	0.000	0.000	1.200	-0.663	1.412
	2602	-4.725	-7.578	101.148	0.000	0.000	1.354	-0.503	1.471
	2603	-4.788	-7.686	-96.336	0.000	0.000	1.456	-0.327	1.517
	2672	-4.85	-7.794	-91.448	0.000	0.000	1.488	-0.142	1.546
19	2672	-4.85	-7.794	-91.457	0.000	0.000	1.465	-0.142	1.546
micropilote 0.20	2675	-4.913	-7.902	-86.511	0.000	-0.037	1.491	0.000	1.549
	2674	-4.975	-8.011	-81.419	0.000	-0.239	1.504	0.000	1.538
	2673	-5.038	-8.119	-76.176	0.000	-0.782	1.249	0.000	1.478
	2910	-5.1	-8.227	-70.781	0.000	-1.969	0.709	0.000	1.318
20	2910	-5.1	-8.227	-70.963	0.000	-0.719	1.631	0.000	1.318
micropilote 0.20	2911	-5.163	-8.335	-65.097	0.000	-2.752	0.643	0.000	1.227
	2912	-5.225	-8.444	-60.179	0.000	-3.431	0.021	0.000	0.981
	2913	-5.288	-8.552	-56.435	0.000	-4.005	0.000	0.000	0.561
	3078	-5.35	-8.66	-54.094	0.000	-5.904	0.497	0.000	0.000

micropilote DERECHO de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	19	0.35	0	233.477	0.000	-4.985	11.483	-9.520	0.000
		16	0.413	-0.108	233.203	0.000	-4.006	10.249	-9.194	0.000
		17	0.475	-0.217	232.835	0.000	-3.049	8.885	-9.242	0.000
		18	0.538	-0.325	232.372	0.000	-2.172	7.437	-9.208	0.000
		78	0.6	-0.433	231.811	0.000	-1.433	5.951	-9.112	0.000
	2 micropilote 0.20	78	0.6	-0.433	231.815	0.000	-1.436	5.986	-9.112	0.000
		79	0.663	-0.541	231.149	0.000	-0.784	4.575	-8.960	0.000
		80	0.725	-0.65	230.415	0.000	-0.228	3.819	-8.732	0.413
		81	0.788	-0.758	229.615	0.000	0.000	3.561	-8.425	0.745
		92	0.85	-0.866	228.751	0.000	0.000	3.442	-8.037	0.995
	3 micropilote 0.20	92	0.85	-0.866	228.752	0.000	0.000	3.183	-8.037	0.995
		93	0.913	-0.974	227.847	0.000	0.000	3.696	-7.606	1.167
		94	0.975	-1.083	226.891	0.000	0.000	3.978	-7.125	1.305
		95	1.038	-1.191	225.882	0.000	0.000	4.075	-6.619	1.409
		116	1.1	-1.299	224.823	0.000	0.000	4.067	-6.110	1.484
	4 micropilote 0.20	116	1.1	-1.299	224.824	0.000	0.000	4.096	-6.110	1.484
		117	1.163	-1.407	223.717	0.000	0.000	3.946	-5.607	1.543
		118	1.225	-1.516	222.565	0.000	0.000	3.782	-5.124	1.581
		119	1.288	-1.624	221.367	0.000	0.000	3.634	-4.660	1.608
		152	1.35	-1.732	220.126	0.000	0.000	3.529	-4.214	1.636
	5 micropilote 0.20	152	1.35	-1.732	220.126	0.000	0.000	3.388	-4.214	1.636
		153	1.413	-1.84	218.842	0.000	0.000	3.154	-3.804	1.653
		154	1.475	-1.949	217.514	0.000	0.000	2.904	-3.426	1.660
		155	1.538	-2.057	216.145	0.000	0.000	2.694	-3.076	1.662
		176	1.6	-2.165	214.735	0.000	0.000	2.584	-2.748	1.667
	6 micropilote 0.20	176	1.6	-2.165	214.735	0.000	0.000	2.580	-2.748	1.667
		177	1.663	-2.273	213.284	0.000	0.000	2.312	-2.442	1.679
		178	1.725	-2.382	211.792	0.000	0.000	2.099	-2.168	1.680
		179	1.788	-2.49	210.259	0.000	0.000	2.015	-1.912	1.685
		300	1.85	-2.598	208.687	0.000	0.000	2.136	-1.656	1.710
7 micropilote 0.20	300	1.85	-2.598	208.687	0.000	-0.111	1.667	-1.656	1.710	
	301	1.913	-2.706	207.507	0.000	-0.053	1.575	-1.449	1.704	

	302	1.975	-2.815	206.554	0.000	-0.201	1.324	-1.271	1.686
	303	2.038	-2.923	205.529	0.000	-0.329	1.114	-1.151	1.655
	324	2.1	-3.031	204.433	0.000	-0.207	1.144	-1.044	1.616
8	324	2.1	-3.031	204.286	0.000	-0.930	0.429	-1.044	1.616
micropilote 0.20	325	2.163	-3.139	203.190	0.000	-0.419	0.825	-0.981	1.543
	326	2.225	-3.248	202.084	0.000	-0.522	0.670	-0.912	1.482
	327	2.288	-3.356	200.966	0.000	-0.764	0.408	-0.859	1.407
	396	2.35	-3.464	199.838	0.000	-0.669	0.481	-0.826	1.309
9	396	2.35	-3.464	199.828	0.000	-0.741	0.404	-0.826	1.309
micropilote 0.20	397	2.413	-3.572	198.749	0.000	-0.696	0.419	-0.786	1.219
	398	2.475	-3.681	197.589	0.000	-0.647	0.440	-0.742	1.135
	399	2.538	-3.789	196.356	0.000	-0.608	0.453	-0.694	1.057
	420	2.6	-3.897	195.057	0.000	-0.597	0.444	-0.644	0.982
10	420	2.6	-3.897	195.064	0.000	-0.335	0.688	-0.644	0.982
micropilote 0.20	421	2.663	-4.005	193.718	0.000	-0.404	0.580	-0.577	0.933
	422	2.725	-4.114	192.254	0.000	-0.375	0.603	-0.546	0.886
	423	2.788	-4.222	190.694	0.000	-0.348	0.638	-0.519	0.840
	457	2.85	-4.33	189.060	0.000	-0.425	0.567	-0.488	0.794
11	457	2.85	-4.33	189.102	0.000	-0.438	0.559	-0.488	0.794
micropilote 0.20	458	2.913	-4.438	187.467	0.000	-0.286	0.705	-0.445	0.756
	459	2.975	-4.547	185.732	0.000	-0.449	0.541	-0.411	0.706
	460	3.038	-4.655	183.903	0.000	-0.528	0.467	-0.384	0.660
	461	3.1	-4.763	181.992	0.000	-0.119	0.881	-0.344	0.674
12	461	3.1	-4.763	181.951	0.000	-0.464	0.512	-0.344	0.674
micropilote 0.20	439	3.163	-4.871	179.946	0.000	-0.412	0.562	-0.322	0.685
	440	3.225	-4.98	177.846	0.000	-0.513	0.472	-0.310	0.687
	441	3.288	-5.088	175.660	0.000	-0.610	0.381	-0.325	0.678
	472	3.35	-5.196	173.397	0.000	-0.557	0.427	-0.362	0.661
13	472	3.35	-5.196	173.408	0.000	-0.639	0.349	-0.362	0.661
micropilote 0.20	473	3.413	-5.304	171.140	0.000	-0.535	0.454	-0.390	0.650
	474	3.475	-5.413	168.734	0.000	-0.571	0.396	-0.418	0.662
	475	3.538	-5.521	166.197	0.000	-0.660	0.309	-0.452	0.668
	486	3.6	-5.629	163.536	0.000	-0.598	0.327	-0.492	0.671
14	486	3.6	-5.629	163.528	0.000	-0.587	0.447	-0.492	0.671
micropilote 0.20	487	3.663	-5.737	160.829	0.000	-0.653	0.383	-0.526	0.696
	488	3.725	-5.846	157.970	0.000	-0.706	0.327	-0.567	0.740

	489	3.788	-5.954	154.987	0.000	-0.737	0.286	-0.612	0.778
	506	3.85	-6.062	151.916	0.000	-0.733	0.278	-0.659	0.813
15	506	3.85	-6.062	151.966	0.000	-0.712	0.286	-0.659	0.813
micropilote 0.20	507	3.913	-6.17	148.827	0.000	-0.722	0.246	-0.705	0.852
	508	3.975	-6.279	145.555	0.000	-0.837	0.016	-0.807	0.864
	509	4.038	-6.387	142.151	0.000	-0.776	0.005	-0.907	0.864
	520	4.1	-6.495	138.615	0.000	-0.252	0.457	-0.976	0.880
16	520	4.1	-6.495	138.579	0.000	-0.812	0.003	-0.976	0.880
micropilote 0.20	521	4.163	-6.603	134.921	0.000	-0.706	0.002	-1.060	0.875
	522	4.225	-6.712	131.159	0.000	-0.854	0.002	-1.153	0.847
	523	4.288	-6.82	127.309	0.000	-0.946	0.001	-1.253	0.794
	704	4.35	-6.928	123.388	0.000	-0.682	0.000	-1.344	0.729
17	704	4.35	-6.928	123.318	0.000	-0.824	0.000	-1.344	0.729
micropilote 0.20	705	4.413	-7.036	119.332	0.000	-0.852	0.000	-1.426	0.661
	706	4.475	-7.145	115.210	0.000	-1.042	0.000	-1.525	0.554
	707	4.538	-7.253	110.983	0.000	-1.183	0.000	-1.633	0.419
	728	4.6	-7.361	106.679	0.000	-1.028	0.000	-1.734	0.276
18	728	4.6	-7.361	106.564	0.000	-1.508	0.000	-1.734	0.276
micropilote 0.20	729	4.663	-7.469	102.189	0.000	-1.141	0.000	-1.831	0.120
	730	4.725	-7.578	-97.726	0.000	-1.241	0.000	-1.903	0.037
	731	4.788	-7.686	-93.243	0.000	-1.409	0.000	-1.965	0.031
	970	4.85	-7.794	-88.705	0.000	-1.243	0.000	-2.016	0.025
19	970	4.85	-7.794	-88.690	0.000	-1.315	0.000	-2.016	0.025
micropilote 0.20	971	4.913	-7.902	-84.191	0.000	-1.106	0.152	-2.024	0.024
	972	4.975	-8.011	-79.453	0.000	-0.970	0.591	-1.975	0.022
	973	5.038	-8.119	-74.479	0.000	-0.816	0.933	-1.880	0.021
	1398	5.1	-8.227	-69.271	0.000	-0.751	1.045	-1.753	0.020
20	1398	5.1	-8.227	-69.501	0.000	-0.835	1.085	-1.753	0.020
micropilote 0.20	1399	5.163	-8.335	-64.025	0.000	-0.459	2.757	-1.518	0.019
	1400	5.225	-8.444	-59.556	0.000	-0.134	4.175	-1.069	0.017
	1401	5.288	-8.552	-56.332	0.000	-0.063	4.589	-0.648	0.012
	1776	5.35	-8.66	-54.591	0.000	-0.126	7.098	0.000	0.000

2.5 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes con ángulo de inclinación de 30°.

L=	10 m
P=	392 KN

$\alpha_p = 30^\circ$

micropilote izquierdo de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	577	-0.35	0	242.654	0.000	40.810	0.000	0.000	30.107
		574	-0.438	-0.088	241.237	0.000	35.730	0.000	0.000	25.687
		575	-0.527	-0.177	239.907	0.000	31.325	0.000	0.000	21.793
		576	-0.615	-0.265	238.694	0.000	27.524	0.000	0.000	18.594
		598	-0.704	-0.35	237.631	0.000	24.275	0.000	0.000	15.821
	2 micropilote 0.20	598	-0.704	-0.354	237.624	0.000	24.240	0.000	0.000	15.821
		599	-0.792	-0.442	236.583	0.000	21.551	0.000	0.000	13.349
		600	-0.88	-0.53	235.507	0.000	19.350	0.000	0.000	11.079
		601	-0.969	-0.619	234.407	0.000	17.705	0.000	0.000	8.979
		742	-1.057	-0.707	233.297	0.000	16.344	0.000	0.000	7.032
	3 micropilote 0.20	742	-1.057	-0.707	233.588	0.000	16.189	0.000	0.000	7.033
		743	-1.145	-0.795	232.553	0.000	14.686	0.000	-1.038	5.229
		744	-1.234	-0.884	231.570	0.000	12.920	0.000	-2.505	3.603
		745	-1.322	-0.972	230.664	0.000	11.182	0.000	-3.756	2.156
		950	-1.411	-1.061	229.861	0.000	-9.738	0.000	-4.779	0.883
	4 micropilote 0.20	950	-1.411	-1.061	229.822	0.000	-9.511	0.000	-4.779	0.883
		951	-1.499	-1.149	229.063	0.000	-7.986	0.000	-5.586	0.000
		952	-1.587	-1.237	228.237	0.000	-6.624	0.000	-6.192	0.000
		953	-1.676	-1.326	227.368	0.000	-5.232	0.000	-6.603	0.000
		1000	-1.764	-1.414	226.479	0.000	-3.668	0.000	-6.826	0.000
5 micropilote 0.20	1000	-1.764	-1.414	226.521	0.000	-3.906	0.000	-6.826	0.000	
	1003	-1.852	-1.502	225.574	0.000	-1.986	0.635	-6.875	0.000	
	1002	-1.941	-1.591	224.555	0.000	-0.602	1.403	-6.765	0.000	
	1001	-2.029	-1.679	223.472	0.000	0.000	2.111	-6.542	0.000	
	1020	-2.118	-1.768	222.534	0.000	0.000	2.351	-6.257	0.000	
6 micropilote 0.20	1020	-2.118	-1.768	222.423	0.000	0.000	2.452	-6.257	0.000	
	1021	-2.206	-1.856	221.633	0.000	0.000	2.921	-5.930	0.000	

	1022	-2.294	-1.944	-	220.729	0.000	0.000	3.180	-5.554	0.000
	1023	-2.383	-2.033	-	219.766	0.000	0.000	3.253	-5.153	0.000
	1034	-2.471	-2.121	-	218.796	0.000	0.000	3.338	-4.762	0.000
7	1034	-2.471	-2.121	-	218.915	0.000	0.000	3.266	-4.762	0.000
micropilote 0.20	1035	-2.559	-2.209	-	217.877	0.000	0.000	2.915	-4.398	0.000
	1036	-2.648	-2.298	-	216.777	0.000	0.000	2.861	-4.045	0.000
	1037	-2.736	-2.386	-	215.640	0.000	0.000	2.716	-3.707	0.000
	1472	-2.825	-2.475	-	214.493	0.000	0.000	2.175	-3.403	0.000
8	1472	-2.825	-2.475	-	214.333	0.000	0.000	2.637	-3.403	0.000
micropilote 0.20	1473	-2.913	-2.563	-	212.966	0.000	0.000	2.333	-3.105	0.000
	1474	-3.001	-2.651	-	211.537	0.000	0.000	2.197	-2.828	0.000
	1475	-3.09	-2.74	-	210.059	0.000	0.000	2.111	-2.564	0.000
	1496	-3.178	-2.828	-	208.540	0.000	0.000	1.956	-2.309	0.000
9	1496	-3.178	-2.828	-	208.636	0.000	0.000	2.002	-2.309	0.000
micropilote 0.20	1497	-3.266	-2.916	-	207.001	0.000	0.000	1.705	-2.084	0.000
	1498	-3.355	-3.005	-	205.307	0.000	0.000	1.695	-1.868	0.000
	1499	-3.443	-3.093	-	203.603	0.000	0.000	1.621	-1.689	0.000
	1532	-3.532	-3.182	-	201.937	0.000	0.000	1.134	-1.536	0.000
10	1532	-3.532	-3.182	-	201.774	0.000	0.000	1.604	-1.536	0.000
micropilote 0.20	1533	-3.62	-3.27	-	199.831	0.000	0.000	1.352	-1.384	0.065
	1534	-3.708	-3.358	-	197.917	0.000	0.000	1.312	-1.242	0.134
	1535	-3.797	-3.447	-	195.988	0.000	0.000	1.273	-1.106	0.193
	1562	-3.885	-3.535	-	194.002	0.000	-0.007	1.025	-0.980	0.238
11	1562	-3.885	-3.535	-	193.964	0.000	-0.007	1.130	-0.980	0.238
micropilote 0.20	1563	-3.973	-3.623	-	192.024	0.000	-0.018	0.929	-0.869	0.268
	1564	-4.062	-3.712	-	190.014	0.000	-0.060	0.749	-0.780	0.271
	1565	-4.15	-3.8	-	187.914	0.000	-0.197	0.594	-0.735	0.258
	1592	-4.239	-3.889	-	185.706	0.000	-0.147	0.527	-0.703	0.248
12	1592	-4.239	-3.889	-	185.531	0.000	-0.079	0.639	-0.703	0.248
micropilote 0.20	1593	-4.327	-3.977	-	183.475	0.000	-0.526	0.207	-0.692	0.220
	1594	-4.415	-4.065	-	181.161	0.000	-0.502	0.216	-0.693	0.181
	1595	-4.504	-4.154	-	178.749	0.000	-0.470	0.216	-0.698	0.134
	1606	-4.592	-4.242	-	176.398	0.000	-0.907	0.000	-0.712	0.069
13	1606	-4.592	-4.242	-	176.065	0.000	-0.293	0.343	-0.712	0.069
micropilote 0.20	1609	-4.68	-4.33	-	173.516	0.000	-0.402	0.157	-0.704	0.038
	1608	-4.769	-4.419	-	170.803	0.000	-0.491	0.077	-0.716	0.000

	1607	-4.857	-4.507	-	167.952	0.000	-0.374	0.181	-0.722	0.000
	1998	-4.946	-4.596	-	164.990	0.000	-0.028	0.546	-0.696	0.000
14	1998	-4.946	-4.596	-	165.251	0.000	-0.028	0.645	-0.696	0.000
micropilote 0.20	2001	-5.034	-4.684	-	162.600	0.000	-0.353	0.165	-0.683	0.000
	2000	-5.122	-4.772	-	159.662	0.000	-0.224	0.284	-0.675	0.000
	1999	-5.211	-4.861	-	156.680	0.000	-0.112	0.389	-0.674	0.000
	2012	-5.299	-4.949	-	153.900	0.000	-0.660	0.049	-0.677	0.000
15	2012	-5.299	-4.949	-	153.222	0.000	-0.015	1.783	-0.677	0.000
micropilote 0.20	2015	-5.387	-5.037	-	150.179	0.000	-0.050	0.411	-0.614	0.011
	2014	-5.476	-5.126	-	146.919	0.000	-0.006	0.504	-0.591	0.061
	2013	-5.564	-5.214	-	143.536	0.000	-0.001	1.041	-0.550	0.134
	2026	-5.653	-5.303	-	140.122	0.000	0.000	1.005	-0.462	0.263
16	2026	-5.653	-5.303	-	140.085	0.000	0.000	1.201	-0.462	0.263
micropilote 0.20	2029	-5.741	-5.391	-	136.666	0.000	0.000	1.223	-0.366	0.401
	2028	-5.829	-5.479	-	133.128	0.000	0.000	1.214	-0.263	0.546
	2027	-5.918	-5.568	-	129.453	0.000	0.000	1.251	-0.187	0.699
	2046	-6.006	-5.656	-	125.624	0.000	0.000	1.412	-0.182	0.859
17	2046	-6.006	-5.656	-	125.608	0.000	0.000	1.378	-0.182	0.859
micropilote 0.20	2049	-6.094	-5.744	-	121.714	0.000	0.000	1.418	-0.175	1.031
	2048	-6.183	-5.833	-	117.646	0.000	0.000	1.552	-0.166	1.216
	2047	-6.271	-5.921	-	113.431	0.000	0.000	1.738	-0.154	1.415
	2060	-6.36	-6.01	-	109.094	0.000	0.000	1.910	-0.140	1.629
18	2060	-6.36	-6.01	-	109.069	0.000	0.000	1.309	-0.140	1.629
micropilote 0.20	2063	-6.448	-6.098	-	104.973	0.000	0.000	1.370	-0.123	1.786
	2062	-6.536	-6.186	-	100.375	0.000	0.000	1.232	-0.102	1.922
	2061	-6.625	-6.275	-	95.380	0.000	0.000	1.185	-0.078	2.040
	2458	-6.713	-6.363	-	90.097	0.000	0.000	1.483	-0.060	2.153
19	2458	-6.713	-6.363	-	90.189	0.000	0.000	1.285	-0.060	2.153
micropilote 0.20	2461	-6.801	-6.451	-	84.829	0.000	0.000	1.178	-0.051	2.244
	2460	-6.89	-6.54	-	79.131	0.000	0.000	1.013	-0.042	2.298
	2459	-6.978	-6.628	-	73.126	0.000	-0.474	0.569	-0.032	2.282
	2712	-7.067	-6.717	-	66.841	0.000	-1.574	0.360	-0.021	2.163
20	2712	-7.067	-6.717	-	66.845	0.000	-1.588	0.377	-0.021	2.163
micropilote 0.20	2715	-7.155	-6.805	-	59.499	0.000	-2.913	0.248	-0.009	1.920
	2714	-7.243	-6.893	-	51.757	0.000	-5.181	0.022	-0.004	1.385
	2713	-7.332	-6.982	-	43.990	0.000	-6.197	0.009	-0.003	0.700
	2948	-7.42	-7.07	-	36.568	0.000	-5.191	0.043	0.000	0.000

micropilote DERECHO de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_ma x [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_ma x [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	18	0.35	0	242.925	0.000	0.000	42.067	-28.897	0.000
		15	0.438	-0.088	241.268	0.000	0.000	36.956	-24.578	0.000
		16	0.527	-0.177	239.889	0.000	0.000	32.449	-20.900	0.000
		17	0.615	-0.265	238.788	0.000	0.000	28.546	-17.847	0.000
		52	0.704	-0.354	237.968	0.000	0.000	25.248	-15.086	0.000
	2 micropilote 0.20	52	0.704	-0.354	237.935	0.000	0.000	25.177	-15.086	0.000
		53	0.792	-0.442	237.094	0.000	0.000	22.180	-12.592	0.000
		54	0.88	-0.53	236.152	0.000	0.000	19.585	-10.321	0.000
		55	0.969	-0.619	235.112	0.000	0.000	17.280	-8.250	0.000
		76	1.057	-0.707	233.976	0.000	0.000	15.368	-6.362	0.000
	3 micropilote 0.20	76	1.057	-0.707	233.924	0.000	0.000	15.025	-6.362	0.000
		77	1.145	-0.795	232.838	0.000	0.000	13.265	-4.706	1.276
		78	1.234	-0.884	231.813	0.000	0.000	11.530	-3.241	2.708
		79	1.322	-0.972	230.822	0.000	0.000	9.834	-1.965	3.887
		90	1.411	-1.061	229.833	0.000	0.000	8.189	-0.881	4.829
	4 micropilote 0.20	90	1.411	-1.061	229.796	0.000	0.000	8.137	-0.881	4.829
		91	1.499	-1.149	228.813	0.000	0.000	6.801	0.000	5.562
		92	1.587	-1.237	227.759	0.000	0.000	5.452	0.000	6.094
		93	1.676	-1.326	226.622	0.000	0.000	4.005	0.000	6.430
		104	1.764	-1.414	225.384	0.000	0.000	2.375	0.000	6.579
	5 micropilote 0.20	104	1.764	-1.414	225.334	0.000	0.000	2.488	0.000	6.579
		105	1.852	-1.502	224.016	0.000	-0.564	1.455	0.000	6.579
		106	1.941	-1.591	222.996	0.000	-1.461	0.773	0.000	6.448
		107	2.029	-1.679	222.207	0.000	-2.013	0.295	0.000	6.228
		134	2.118	-1.768	221.451	0.000	-2.134	0.034	0.000	5.963
	6 micropilote 0.20	134	2.118	-1.768	221.509	0.000	-2.224	0.065	0.000	5.963
		135	2.206	-1.856	220.656	0.000	-2.289	0.000	0.000	5.688
		136	2.294	-1.944	219.699	0.000	-2.434	0.000	0.000	5.398
		137	2.383	-2.033	218.641	0.000	-2.493	0.000	0.000	5.100
		234	2.471	-2.121	217.487	0.000	-2.301	0.000	0.000	4.806
	7 micropilote 0.20	234	2.471	-2.121	217.382	0.000	-2.819	0.000	0.000	4.806
		235	2.559	-2.209	216.227	0.000	-2.676	0.000	0.000	4.475

	236	2.648	-2.298	214.993	0.000	-2.605	0.000	0.000	4.154
	237	2.736	-2.386	213.739	0.000	-2.505	0.000	0.000	3.844
	258	2.825	-2.475	212.519	0.000	-2.279	0.000	0.000	3.551
8	258	2.825	-2.475	212.215	0.000	-2.861	0.000	0.000	3.551
micropilote 0.20	259	2.913	-2.563	210.779	0.000	-2.276	0.000	0.000	3.245
	260	3.001	-2.651	209.354	0.000	-2.159	0.000	0.000	2.972
	261	3.09	-2.74	207.932	0.000	-2.151	0.000	0.000	2.710
	272	3.178	-2.828	206.512	0.000	-1.889	0.000	0.000	2.454
9	272	3.178	-2.828	206.509	0.000	-1.962	0.000	0.000	2.454
micropilote 0.20	273	3.266	-2.916	205.065	0.000	-1.684	0.000	0.000	2.228
	274	3.355	-3.005	203.556	0.000	-1.489	0.000	0.000	2.030
	275	3.443	-3.093	201.977	0.000	-1.322	0.000	0.000	1.855
	296	3.532	-3.182	200.322	0.000	-1.132	0.000	0.000	1.701
10	296	3.532	-3.182	200.252	0.000	-1.050	0.000	0.000	1.701
micropilote 0.20	297	3.62	-3.27	198.602	0.000	-1.028	0.000	0.000	1.568
	298	3.708	-3.358	196.817	0.000	-0.869	0.000	0.000	1.451
	299	3.797	-3.447	194.937	0.000	-0.737	0.000	-0.028	1.349
	381	3.885	-3.535	193.004	0.000	-0.798	0.007	-0.051	1.257
11	381	3.885	-3.535	193.130	0.000	-0.738	0.007	-0.051	1.257
micropilote 0.20	382	3.973	-3.623	191.184	0.000	-0.456	0.161	-0.055	1.189
	383	4.062	-3.712	189.135	0.000	-0.477	0.139	-0.064	1.128
	384	4.15	-3.8	187.032	0.000	-0.469	0.147	-0.068	1.071
	385	4.239	-3.889	184.920	0.000	-0.103	0.456	-0.059	1.028
12	385	4.239	-3.889	184.764	0.000	-0.430	0.161	-0.059	1.028
micropilote 0.20	363	4.327	-3.977	182.475	0.000	-0.423	0.139	-0.061	0.975
	364	4.415	-4.065	180.068	0.000	-0.441	0.137	-0.063	0.922
	365	4.504	-4.154	177.573	0.000	-0.489	0.101	-0.066	0.864
	396	4.592	-4.242	175.019	0.000	-0.572	0.037	-0.076	0.798
13	396	4.592	-4.242	175.183	0.000	-0.566	0.037	-0.076	0.798
micropilote 0.20	397	4.68	-4.33	172.548	0.000	-0.384	0.172	-0.073	0.747
	398	4.769	-4.419	169.811	0.000	-0.556	0.033	-0.079	0.686
	399	4.857	-4.507	167.069	0.000	-0.644	0.031	-0.093	0.658
	416	4.946	-4.596	164.414	0.000	-0.251	0.311	-0.100	0.646
14	416	4.946	-4.596	164.259	0.000	-0.810	0.029	-0.100	0.646
micropilote 0.20	417	5.034	-4.684	161.263	0.000	-0.611	0.026	-0.128	0.622
	418	5.122	-4.772	158.302	0.000	-0.694	0.023	-0.157	0.598

	419	5.211	-4.861	155.327	0.000	-0.810	0.020	-0.220	0.564
	440	5.299	-4.949	152.290	0.000	-0.683	0.016	-0.289	0.523
15	440	5.299	-4.949	152.256	0.000	-0.796	0.016	-0.289	0.523
micropilote 0.20	441	5.387	-5.037	149.207	0.000	-0.740	0.012	-0.354	0.480
	442	5.476	-5.126	146.083	0.000	-0.718	0.007	-0.412	0.440
	443	5.564	-5.214	142.850	0.000	-0.739	0.002	-0.470	0.398
	483	5.653	-5.303	139.469	0.000	-0.857	0.000	-0.532	0.346
16	483	5.653	-5.303	139.332	0.000	-0.807	0.000	-0.532	0.346
micropilote 0.20	484	5.741	-5.391	136.074	0.000	-0.652	0.000	-0.581	0.307
	485	5.829	-5.479	132.482	0.000	-0.864	0.000	-0.673	0.259
	486	5.918	-5.568	128.765	0.000	-1.116	0.000	-0.793	0.189
	487	6.006	-5.656	125.134	0.000	-1.086	0.000	-0.935	0.184
17	487	6.006	-5.656	125.165	0.000	-1.358	0.000	-0.935	0.184
micropilote 0.20	465	6.094	-5.744	121.227	0.000	-1.214	0.000	-1.088	0.178
	466	6.183	-5.833	117.229	0.000	-1.393	0.000	-1.249	0.169
	467	6.271	-5.921	113.137	0.000	-1.599	0.000	-1.428	0.159
	498	6.36	-6.01	108.915	0.000	-1.549	0.000	-1.622	0.146
18	498	6.36	-6.01	108.833	0.000	-1.656	0.000	-1.623	0.146
micropilote 0.20	499	6.448	-6.098	104.500	0.000	-1.679	0.000	-1.822	0.129
	500	6.536	-6.186	-99.942	0.000	-1.634	0.000	-2.010	0.110
	501	6.625	-6.275	-95.142	0.000	-1.639	0.000	-2.186	0.086
	712	6.713	-6.363	-90.081	0.000	-1.753	0.000	-2.351	0.065
19	712	6.713	-6.363	-90.033	0.000	-1.304	0.000	-2.351	0.065
micropilote 0.20	713	6.801	-6.451	-85.084	0.000	-1.109	0.000	-2.447	0.057
	714	6.89	-6.54	-79.711	0.000	-0.659	0.038	-2.484	0.049
	715	6.978	-6.628	-73.904	0.000	-0.357	0.925	-2.427	0.040
	888	7.067	-6.717	-67.656	0.000	-0.372	1.922	-2.249	0.032
20	888	7.067	-6.717	-67.799	0.000	-0.323	2.043	-2.249	0.032
micropilote 0.20	889	7.155	-6.805	-60.617	0.000	-0.264	3.270	-1.945	0.024
	890	7.243	-6.893	-52.729	0.000	-0.091	5.239	-1.388	0.013
	891	7.332	-6.982	-44.754	0.000	-0.066	6.098	-0.681	0.003
	1388	7.42	-7.07	-37.313	0.000	0.000	4.801	0.000	0.000

2.6 Tablas de la envolvente de las fuerzas internas de los micropilotes con ángulo de inclinación de 60°.

L=	10 m
P=	392 KN

$\alpha_p = 60^\circ$

micropilote izquierdo de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_max [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_max [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	micropilote 0.20	721	-0.35	0	256.578	0.000	70.292	0.000	0.000	60.292
		718	-0.458	-0.063	255.047	0.000	61.205	0.000	0.000	52.340
		719	-0.567	-0.125	253.783	0.000	55.645	0.000	0.000	45.240
		720	-0.675	-0.188	252.900	0.000	52.126	0.000	0.000	38.708
		1142	-0.783	-0.25	252.511	0.000	49.299	0.000	0.000	32.539
	micropilote 0.20	1142	-0.783	-0.25	252.303	0.000	48.821	0.000	0.000	32.539
		1143	-0.891	-0.313	250.849	0.000	44.347	0.000	0.000	26.943
		1144	-1	-0.375	249.153	0.000	39.714	0.000	0.000	21.903
		1145	-1.108	-0.438	247.316	0.000	35.079	0.000	0.000	17.405
		1166	-1.216	-0.5	245.441	0.000	30.671	0.000	0.000	13.427
	micropilote 0.20	1166	-1.216	-0.5	245.985	0.000	31.334	0.000	0.000	13.427
		1167	-1.324	-0.563	244.193	0.000	27.703	0.000	-0.213	9.817
		1168	-1.433	-0.625	242.516	0.000	24.672	0.000	-0.861	6.601
		1169	-1.541	-0.688	240.995	0.000	22.113	0.000	-1.805	3.723
		1444	-1.649	-0.75	239.667	0.000	19.991	0.000	-3.450	1.127
	micropilote 0.20	1444	-1.649	-0.75	239.588	0.000	19.642	0.000	-3.450	1.127
		1445	-1.757	-0.813	238.539	0.000	17.947	0.000	-5.551	0.000
		1446	-1.866	-0.875	237.504	0.000	15.988	0.000	-7.384	0.000
		1447	-1.974	-0.938	236.471	0.000	14.123	0.000	-8.950	0.000
		1496	-2.082	-1	235.428	0.000	12.711	0.130	-10.260	0.000
micropilote 0.20	1496	-2.082	-1	235.417	0.000	12.666	0.129	-10.260	0.000	
	1497	-2.19	-1.063	234.414	0.000	11.215	0.424	-11.333	0.000	
	1498	-2.299	-1.125	233.377	0.000	-9.821	0.769	-12.284	0.000	
	1499	-2.407	-1.188	232.303	0.000	-8.489	1.150	-13.196	0.000	
	1802	-2.515	-1.25	231.188	0.000	-7.291	1.718	-13.934	0.000	
micropilote 0.20	1802	-2.515	-1.25	231.191	0.000	-7.225	1.747	-13.934	0.000	
	1803	-2.623	-1.313	229.977	0.000	-5.742	2.250	-14.521	0.000	

	1804	-2.732	-1.375	-	228.627	0.000	-4.179	2.979	-15.056	0.000
	1805	-2.84	-1.438	-	227.200	0.000	-2.443	3.549	-15.366	0.000
	1826	-2.948	-1.5	-	225.636	0.000	-0.440	4.491	-15.439	0.000
7 micropilote 0.20	1826	-2.948	-1.5	-	225.663	0.000	-0.433	4.355	-15.439	0.000
	1827	-3.056	-1.563	-	223.933	0.000	0.000	5.457	-15.289	0.000
	1828	-3.165	-1.625	-	222.096	0.000	0.000	6.355	-14.841	0.000
	1829	-3.273	-1.688	-	220.162	0.000	0.000	7.568	-14.118	0.000
	1856	-3.381	-1.75	-	218.145	0.000	0.000	8.597	-13.188	0.000
8 micropilote 0.20	1856	-3.381	-1.75	-	218.150	0.000	0.000	8.641	-13.188	0.000
	1857	-3.489	-1.813	-	216.086	0.000	0.000	9.073	-12.159	0.000
	1858	-3.598	-1.875	-	213.985	0.000	0.000	9.073	-11.067	0.000
	1859	-3.706	-1.938	-	211.872	0.000	0.000	8.816	-9.962	0.000
	1876	-3.814	-2	-	209.847	0.000	0.000	8.486	-8.888	0.000
9 micropilote 0.20	1876	-3.814	-2	-	209.844	0.000	0.000	8.513	-8.888	0.000
	1879	-3.922	-2.063	-	207.767	0.000	0.000	7.914	-7.870	0.000
	1878	-4.031	-2.125	-	205.637	0.000	0.000	7.396	-6.915	0.000
	1877	-4.139	-2.188	-	203.456	0.000	0.000	6.803	-6.033	0.000
	1890	-4.247	-2.25	-	201.225	0.000	0.000	5.951	-5.238	0.000
10 micropilote 0.20	1890	-4.247	-2.25	-	201.210	0.000	0.000	6.523	-5.238	0.000
	1893	-4.355	-2.313	-	198.949	0.000	0.000	5.639	-4.487	0.000
	1892	-4.464	-2.375	-	196.733	0.000	0.000	5.001	-3.828	0.000
	1891	-4.572	-2.438	-	194.673	0.000	0.000	4.488	-3.243	0.000
	1926	-4.68	-2.5	-	192.542	0.000	0.000	3.979	-2.718	0.000
11 micropilote 0.20	1926	-4.68	-2.5	-	192.550	0.000	0.000	3.999	-2.718	0.000
	1929	-4.788	-2.563	-	190.354	0.000	0.000	3.428	-2.261	0.000
	1928	-4.897	-2.625	-	188.113	0.000	0.000	2.925	-1.870	0.000
	1927	-5.005	-2.688	-	185.821	0.000	0.000	2.482	-1.537	0.000
	1946	-5.113	-2.75	-	183.475	0.000	0.000	2.104	-1.257	0.000
12 micropilote 0.20	1946	-5.113	-2.75	-	183.480	0.000	0.000	2.096	-1.257	0.000
	1949	-5.221	-2.813	-	181.077	0.000	0.000	1.716	-1.027	0.000
	1948	-5.33	-2.875	-	178.633	0.000	0.000	1.468	-0.833	0.027
	1947	-5.438	-2.938	-	176.145	0.000	0.000	1.232	-0.671	0.156
	1960	-5.546	-3	-	173.608	0.000	0.000	0.903	-0.542	0.251
13 micropilote 0.20	1960	-5.546	-3	-	173.604	0.000	0.000	1.062	-0.542	0.251
	1963	-5.654	-3.063	-	170.974	0.000	0.000	0.774	-0.438	0.321
	1962	-5.763	-3.125	-	168.298	0.000	0.000	0.662	-0.355	0.369

		1961	-5.871	-3.188	-	165.570	0.000	-0.006	0.599	-0.294	0.401
		2292	-5.979	-3.25	-	162.783	0.000	-0.015	0.469	-0.277	0.422
	14	2292	-5.979	-3.25	-	162.784	0.000	-0.015	0.509	-0.277	0.422
	micropilote 0.20	2295	-6.087	-3.313	-	159.943	0.000	-0.049	0.419	-0.267	0.431
		2294	-6.196	-3.375	-	157.030	0.000	-0.106	0.380	-0.262	0.430
		2293	-6.304	-3.438	-	154.049	0.000	-0.120	0.367	-0.261	0.425
		2316	-6.412	-3.5	-	151.005	0.000	-0.081	0.372	-0.263	0.441
	15	2316	-6.412	-3.5	-	151.025	0.000	-0.211	0.303	-0.263	0.441
	micropilote 0.20	2319	-6.52	-3.563	-	147.945	0.000	-0.066	0.360	-0.265	0.480
		2318	-6.629	-3.625	-	144.784	0.000	-0.034	0.385	-0.263	0.524
		2317	-6.737	-3.688	-	141.540	0.000	-0.034	0.397	-0.255	0.570
		2330	-6.845	-3.75	-	138.210	0.000	-0.017	0.462	-0.239	0.618
	16	2330	-6.845	-3.75	-	138.198	0.000	-0.017	0.471	-0.239	0.618
	micropilote 0.20	2333	-6.953	-3.813	-	134.770	0.000	-0.009	0.487	-0.214	0.673
		2332	-7.062	-3.875	-	131.240	0.000	0.000	0.571	-0.197	0.734
		2331	-7.17	-3.938	-	127.603	0.000	0.000	0.687	-0.196	0.804
		2350	-7.278	-4	-	123.854	0.000	0.000	0.762	-0.194	0.883
	17	2350	-7.278	-4	-	123.845	0.000	0.000	0.773	-0.194	0.883
	micropilote 0.20	2353	-7.386	-4.063	-	119.979	0.000	0.000	0.836	-0.189	0.971
		2352	-7.495	-4.125	-	115.973	0.000	0.000	0.933	-0.182	1.069
		2351	-7.603	-4.188	-	111.828	0.000	0.000	1.033	-0.172	1.177
		2364	-7.711	-4.25	-	107.545	0.000	0.000	1.120	-0.159	1.295
	18	2364	-7.711	-4.25	-	107.556	0.000	0.000	0.913	-0.159	1.295
	micropilote 0.20	2367	-7.819	-4.313	-	103.192	0.000	0.000	1.030	-0.143	1.399
		2366	-7.928	-4.375	-	98.624	0.000	0.000	1.010	-0.134	1.501
		2365	-8.036	-4.438	-	93.845	0.000	0.000	0.915	-0.123	1.588
		2640	-8.144	-4.5	-	88.847	0.000	0.000	0.840	-0.110	1.648
	19	2640	-8.144	-4.5	-	88.807	0.000	0.000	0.828	-0.110	1.648
	micropilote 0.20	2643	-8.252	-4.563	-	83.538	0.000	0.000	0.692	-0.095	1.673
		2642	-8.361	-4.625	-	77.899	0.000	-0.469	0.496	-0.077	1.646
		2641	-8.469	-4.688	-	71.860	0.000	-1.098	0.378	-0.064	1.549
		2838	-8.577	-4.75	-	65.394	0.000	-1.865	0.345	-0.050	1.366
	20	2838	-8.577	-4.75	-	65.707	0.000	-1.511	0.414	-0.050	1.366
	micropilote 0.20	2841	-8.685	-4.813	-	57.780	0.000	-3.309	0.240	-0.035	1.050
		2840	-8.794	-4.875	-	50.697	0.000	-3.698	0.241	-0.022	0.692
		2839	-8.902	-4.938	-	44.877	0.000	-3.188	0.107	-0.012	0.370
		3074	-9.01	-5	-	40.740	0.000	-3.659	0.231	0.000	0.000

micropilote DERECHO de L=10 m

Plat e	Element	Node	X [m]	Y [m]	N_min [kN/m]	N_ma x [kN/m]	Q_min [kN/m]	Q_ma x [kN/m]	M_min [kNm/m]	M_max [kNm/m]
1	1 micropilote 0.20	414	0.35	0	254.973	0.000	0.000	72.191	-60.277	0.000
		411	0.458	-0.063	253.967	0.000	0.000	65.151	-51.909	0.000
		412	0.567	-0.125	252.929	0.000	0.000	59.344	-44.428	0.000
		413	0.675	-0.188	251.915	0.000	0.000	54.354	-37.568	0.000
		410	0.783	-0.25	250.982	0.000	0.000	49.852	-31.240	0.000
	2 micropilote 0.20	410	0.783	-0.25	251.009	0.000	0.000	49.649	-31.240	0.000
		392	0.891	-0.313	249.583	0.000	0.000	45.033	-25.523	0.000
		393	1	-0.375	247.948	0.000	0.000	40.401	-20.394	0.000
		394	1.108	-0.438	246.190	0.000	0.000	35.816	-15.800	0.000
		391	1.216	-0.5	244.392	0.000	0.000	31.340	-11.738	0.000
	3 micropilote 0.20	391	1.216	-0.5	244.530	0.000	0.000	31.714	-11.738	0.000
		363	1.324	-0.563	242.966	0.000	0.000	27.847	-8.117	0.005
		364	1.433	-0.625	241.499	0.000	0.000	24.469	-4.921	0.663
		365	1.541	-0.688	240.131	0.000	0.000	21.536	-2.108	1.591
		366	1.649	-0.75	238.864	0.000	0.000	19.031	0.000	3.353
	4 micropilote 0.20	366	1.649	-0.75	238.836	0.000	0.000	18.958	0.000	3.353
		350	1.757	-0.813	237.662	0.000	0.000	16.933	0.000	5.526
		351	1.866	-0.875	236.517	0.000	0.000	14.808	0.000	7.419
		352	1.974	-0.938	235.393	0.000	0.000	12.755	0.000	9.043
		349	2.082	-1	234.281	0.000	0.000	10.948	0.000	10.418
	5 micropilote 0.20	349	2.082	-1	234.256	0.000	0.000	10.848	0.000	10.418
		222	2.19	-1.063	233.089	0.000	-0.296	9.079	0.000	11.557
		223	2.299	-1.125	231.867	0.000	-0.632	7.456	0.000	12.483
		224	2.407	-1.188	230.586	0.000	-0.978	5.920	0.000	13.204
		221	2.515	-1.25	229.244	0.000	-1.586	4.416	0.000	13.731
	6 micropilote 0.20	221	2.515	-1.25	229.238	0.000	-1.568	4.453	0.000	13.731
		189	2.623	-1.313	227.787	0.000	-2.049	3.016	0.000	14.075
		190	2.732	-1.375	226.218	0.000	-2.629	1.517	0.000	14.303
		191	2.84	-1.438	224.535	0.000	-3.147	0.000	0.000	14.359
		188	2.948	-1.5	222.740	0.000	-3.790	0.000	0.000	14.215
	7 micropilote 0.20	188	2.948	-1.5	222.748	0.000	-3.809	0.000	0.000	14.215
		78	3.056	-1.563	220.857	0.000	-4.542	0.000	0.000	13.859

	79	3.165	-1.625	218.901	0.000	-5.667	0.000	0.000	13.289
	80	3.273	-1.688	216.884	0.000	-6.498	0.000	0.000	12.553
	77	3.381	-1.75	214.810	0.000	-7.188	0.000	0.000	11.699
8	77	3.381	-1.75	214.815	0.000	-7.239	0.000	0.000	11.699
micropilote 0.20	34	3.489	-1.813	212.706	0.000	-7.528	0.000	0.000	10.778
	35	3.598	-1.875	210.701	0.000	-7.604	0.000	0.000	9.833
	36	3.706	-1.938	208.979	0.000	-7.484	0.000	0.000	8.889
	33	3.814	-2	207.212	0.000	-7.178	0.000	0.000	7.972
9	33	3.814	-2	207.215	0.000	-7.200	0.000	0.000	7.972
micropilote 0.20	20	3.922	-2.063	205.422	0.000	-6.815	0.000	0.000	7.096
	21	4.031	-2.125	203.590	0.000	-6.363	0.000	0.000	6.272
	22	4.139	-2.188	201.717	0.000	-5.862	0.000	0.000	5.508
	63	4.247	-2.25	199.806	0.000	-5.324	0.000	0.000	4.811
10	63	4.247	-2.25	199.802	0.000	-5.334	0.000	0.000	4.811
micropilote 0.20	64	4.355	-2.313	197.844	0.000	-4.798	0.000	0.000	4.180
	65	4.464	-2.375	195.837	0.000	-4.281	0.000	0.000	3.615
	66	4.572	-2.438	193.780	0.000	-3.788	0.000	0.000	3.113
	91	4.68	-2.5	191.674	0.000	-3.322	0.000	0.000	2.671
11	91	4.68	-2.5	191.670	0.000	-3.321	0.000	0.000	2.671
micropilote 0.20	92	4.788	-2.563	189.512	0.000	-2.919	0.000	0.000	2.283
	93	4.897	-2.625	187.293	0.000	-2.538	0.000	0.000	1.943
	94	5.005	-2.688	185.015	0.000	-2.185	0.000	0.000	1.655
	164	5.113	-2.75	182.675	0.000	-1.867	0.000	0.000	1.414
12	164	5.113	-2.75	182.672	0.000	-1.900	0.000	0.000	1.414
micropilote 0.20	165	5.221	-2.813	180.260	0.000	-1.612	0.000	0.000	1.207
	166	5.33	-2.875	177.787	0.000	-1.380	0.000	0.000	1.032
	167	5.438	-2.938	175.255	0.000	-1.178	0.000	0.000	0.883
	235	5.546	-3	172.665	0.000	-0.985	0.000	-0.054	0.759
13	235	5.546	-3	172.663	0.000	-0.989	0.000	-0.054	0.759
micropilote 0.20	236	5.654	-3.063	170.014	0.000	-0.818	0.000	-0.117	0.656
	237	5.763	-3.125	167.297	0.000	-0.668	0.000	-0.159	0.573
	238	5.871	-3.188	164.512	0.000	-0.534	0.009	-0.183	0.507
	275	5.979	-3.25	161.660	0.000	-0.415	0.056	-0.191	0.456
14	275	5.979	-3.25	161.651	0.000	-0.391	0.082	-0.191	0.456
micropilote 0.20	276	6.087	-3.313	158.730	0.000	-0.339	0.130	-0.186	0.418
	277	6.196	-3.375	155.706	0.000	-0.291	0.181	-0.175	0.406

	278	6.304	-3.438	152.576	0.000	-0.228	0.242	-0.156	0.413
	305	6.412	-3.5	149.338	0.000	-0.132	0.324	-0.128	0.426
15	305	6.412	-3.5	149.322	0.000	-0.323	0.136	-0.128	0.426
micropilote 0.20	306	6.52	-3.563	145.970	0.000	-0.227	0.218	-0.131	0.435
	307	6.629	-3.625	142.543	0.000	-0.230	0.206	-0.148	0.444
	308	6.737	-3.688	139.044	0.000	-0.274	0.152	-0.167	0.449
	329	6.845	-3.75	135.474	0.000	-0.299	0.109	-0.192	0.448
16	329	6.845	-3.75	135.473	0.000	-0.307	0.102	-0.192	0.448
micropilote 0.20	330	6.953	-3.813	131.816	0.000	-0.304	0.082	-0.217	0.442
	331	7.062	-3.875	128.071	0.000	-0.353	0.013	-0.246	0.428
	332	7.17	-3.938	124.241	0.000	-0.414	0.000	-0.281	0.407
	442	7.278	-4	120.326	0.000	-0.445	0.000	-0.322	0.380
17	442	7.278	-4	120.321	0.000	-0.376	0.000	-0.322	0.380
micropilote 0.20	443	7.386	-4.063	116.303	0.000	-0.519	0.000	-0.366	0.347
	444	7.495	-4.125	112.174	0.000	-0.591	0.000	-0.421	0.299
	445	7.603	-4.188	107.935	0.000	-0.657	0.000	-0.484	0.238
	456	7.711	-4.25	103.591	0.000	-0.781	0.000	-0.555	0.164
18	456	7.711	-4.25	103.590	0.000	-0.746	0.000	-0.555	0.164
micropilote 0.20	457	7.819	-4.313	-99.130	0.000	-0.775	0.000	-0.632	0.100
	458	7.928	-4.375	-94.546	0.000	-0.877	0.000	-0.714	0.082
	459	8.036	-4.438	-89.842	0.000	-0.968	0.000	-0.801	0.067
	508	8.144	-4.5	-85.019	0.000	-1.013	0.000	-0.885	0.055
19	508	8.144	-4.5	-85.014	0.000	-0.977	0.000	-0.885	0.055
micropilote 0.20	509	8.252	-4.563	-80.067	0.000	-1.020	0.000	-0.956	0.046
	510	8.361	-4.625	-74.971	0.000	-0.944	0.000	-1.013	0.038
	511	8.469	-4.688	-69.726	0.000	-0.778	0.000	-1.042	0.032
	626	8.577	-4.75	-64.333	0.000	-0.639	0.304	-1.028	0.025
20	626	8.577	-4.75	-64.612	0.000	-1.116	0.000	-1.028	0.025
micropilote 0.20	627	8.685	-4.813	-58.841	0.000	-0.532	1.869	-0.929	0.023
	628	8.794	-4.875	-54.232	0.000	-0.171	3.140	-0.687	0.019
	629	8.902	-4.938	-51.004	0.000	-0.074	2.932	-0.384	0.013
	1074	9.01	-5	-49.377	0.000	-0.669	3.828	0.000	0.000