

TASANA

INGENIERO CIVIL MAESTRO

Av. Paseo de la Reforma #404

Edificio Moncayo, piso 14

Col. Juarez, Del. Cuauhtemoc

C.P. 06600

México D.F., México

52076044 Teléfono

info@tasana.mx E mail

Método Observacional de la Pista 2 y 3 – Reporte Mensual de Progreso – Análisis de Datos – Junio del 2018

Junio 2018

Proyecto: “Proyecto ejecutivo de pistas, rodajes y plataformas y ayudas a la navegación y otras instalaciones del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México”

No. de Contrato: ITP-SRO-DCAGI-SC-015/2015



Referencia: **TSN_GACM_REP_0605**

INDICE

	Página
1 RESUMEN	4
1.1 Introducción	6
2 INTERPRETACIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE LOS INSTRUMENTOS	10
2.1 Introducción	10
2.2 Piezómetros Eléctricos y Casagrande	10
2.3 Extensómetros	15
2.4 Pozos de observación	15
2.5 Placas de Asentamiento	21
2.5.1 Presentación de los asentamientos totales medidos	21
2.5.2 Presentación de los asentamientos medidos corregidos para la aplicación del hito de la 4ta capa de precarga	22
2.5.3 Presentación espacial de asentamiento	23
2.6 Mangueras de asentamiento	26
2.6.1 Pista 2 Zona 7	27
2.6.2 Pista 3 Zona 7b	29
2.6.3 Medidas de mitigación	30
3 CONTROL DE ESTABILIDAD DEL TERRAPLÉN	30
3.1 Introducción	30
3.2 Métodos Gráficos	30
3.2.1 Wakita & Matsuo	30
3.3 Método de tasa de desplazamiento horizontal	31
3.4 Conclusiones generales del control de estabilidad de taludes	31
4 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DEL CONTROL DE ASENTAMIENTO	31
5 CONCLUSIONES DEL MÉTODO OBSERVACIONAL	33
6 ANEXO I: LISTA DE REFERENCIAS	34
7 ANEXO II: GRÁFICOS DE GRADO DE CONSOLIDACIÓN	35
7.1 Pista 2	40
7.2 Pista 3	52



8	ANEXO III: SOLICITUDES DE SOBRECARGA DE JUNIO	61
9	ANEXO IV: PRESENTACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS MEDIDOS	62
9.1	Asentamientos totales medidos corregidos para subsidencia en las Placas de Asentamiento dentro del área de sobrecarga	62
9.2	Secciones transversales de asentamiento en calles de rodaje.	71
9.3	Fecha esperada de los 12 meses de sobrecarga para cada zona	76

RESUMEN

En este informe mensual de progreso del MO (parte: análisis de datos) se evalúa la sobrecarga y posterior asentamiento en las Pistas 2 y 3 y las calles de rodaje adyacentes paralelas del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM). El estado de la instalación de los instrumentos y la transferencia de datos se describe en el informe de verificación mensual (TASANA, 2017) - TSN_GACM_REP_0605.

En este informe de progreso mensual se ha reportado una evaluación del comportamiento del asentamiento y de la consolidación. De acuerdo con nuestra asignación, se entrega un informe bimestral – progreso del diseño de la sobrecarga, que contiene conclusiones principales sobre el rendimiento de la sobrecarga.

Se hacen las siguientes conclusiones en relación al Método Observacional.

- El grado de consolidación (U) se derivó de las observaciones del Piezómetro. En las zonas donde se ha aplicado sobrecarga, el U varía de 10% a 90%. Con base en la sobrecarga. El U medido depende mucho de la instalación cercana de los PVD a los Piezómetros. Además, el U se ha ajustado en donde se ha aplicado el 3er metro de sobrecarga, ya que ha pasado un tiempo considerable desde la instalación.
- Se ha observado un comportamiento inesperado en la disipación de las presiones de poro en acuíferos mayores; la presión excesiva incrementa en lugar de reducirse. El fenómeno ha sido enfocado al examinar la información del piezómetro y se han sacado algunas conclusiones preliminares. En los siguientes meses se estudiará la extensión y las causas de este efecto.
- Los datos de los Pozos de Observación y de los Pozos de Bombeo se ha empleado para evaluar la efectividad del Sistema de Bombeo Vertical Activo. Evidentemente, el nivel de agua en el Tezontle se ha reducido. Además, este efecto es transmitido a la FAS a través de los PVDs donde los piezómetros eléctricos muestran una reducción de las presiones de poro.
- La información de las mangueras de asentamiento han permitido la inspección del desarrollo del asentamiento en áreas donde los PVDs fueron instalados después (específicamente el área examinada de la Pista 3 donde no han sido instalados). Se observa que el efecto de desarrollo más lento de asentamiento sólo es aislado en áreas problemáticas. Estas áreas parecen no ponerse al día con las circundantes. Se recomienda la sobrecarga extra como medida de mitigación, con el fin de incrementar la tasa de asentamiento, y los efectos serán examinados como parte del Método Observacional.
- La distribución espacial de la tasa de asentamiento puede ser observada. En la Pista 2, el asentamiento es más rápido en el sur y alrededor del cadenamiento 3+000 (área Omega, donde existía estancamiento). El asentamiento disminuye al norte de la Pista 2, así como en el área de Cascajo



(la cual cubre una parte en la mitad de la Pista y Calles de rodaje transversales BB y CC. En la Pista 3, está claro que el asentamiento alrededor del cadenamiento 0+750 es menor que en las otras áreas.

- No se ha observado inestabilidad en los taludes del terraplén. Sin embargo, el margen de seguridad requiere de adherencia estricta al tiempo de espera de 2 semanas entre la 1era y 2da capa de sobrecarga.

1.1

Introducción

Este informe mensual de avances (análisis de datos) es parte del Método Observacional (MO) y describe el estado de la sobrecarga y del asentamiento subsecuente en las Pistas 2 y 3 y de las calles de rodaje adyacentes y paralelas del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM).

La estabilidad del terraplén, durante la construcción del mismo, es verificada al aplicar métodos gráficos y analíticos en las ubicaciones donde se encuentra disponible la instrumentación del MO. Se da una sugerencia sobre la construcción del terraplén.

El comportamiento del asentamiento se interpreta para comparar las condiciones del sitio con los parámetros de diseño y modelos de asentamiento.

Los datos de medición de los siguientes instrumentos fueron usados para evaluar la estabilidad del suelo y el comportamiento del asentamiento:

- Celdas de Presión
- Piezómetros (Eléctricos y Casagrande)
- Extensómetros
- Mangueras de Asentamiento
- Placas de Asentamiento
- Pozos de Observación

Además se presentan los resultados de las primeras pruebas de penetración de cono durante la sobrecarga.

El estado de la instalación de la instrumentación y la adquisición de datos es informada en (TASANA, 2017)- TSN_GACM_REP_0605. Debido a la enorme cantidad de datos siendo evaluados, las mediciones se dividen en las zonas presentadas en la Figura 1. Estas zonas serán ajustadas durante el proceso del MO, de tal modo que las zonas sean áreas reflectoras con más o menos un comportamiento geotécnico y espacial similar. Las mediciones hasta mediados de Junio del 2018 han sido incluidas en este informe.

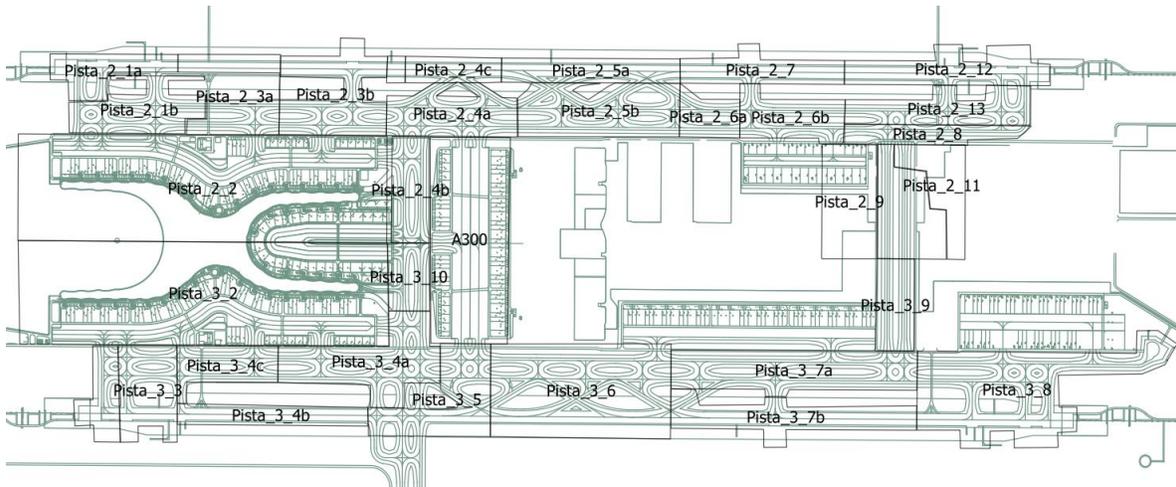


Figura 1: División de zonas para el método observacional en Pistas 2 y 3 en junio del 2018.

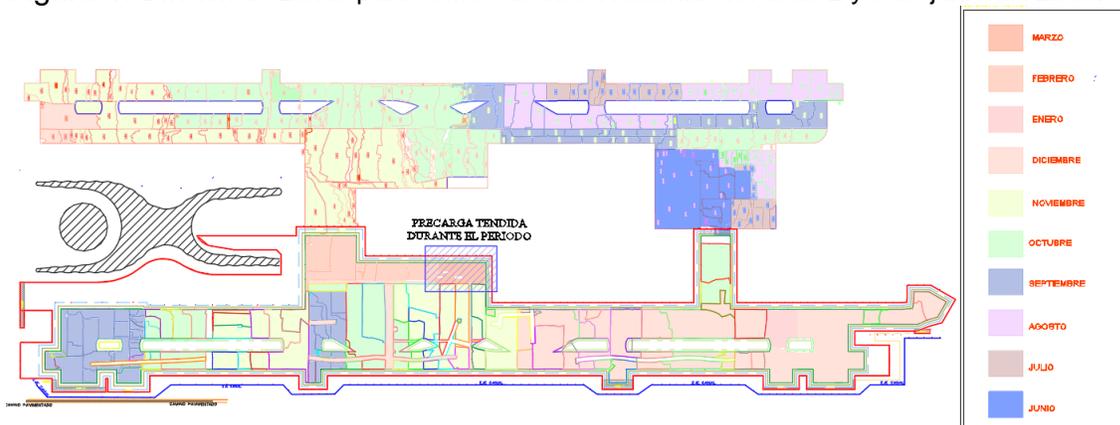


Figura 2: Representación esquemática de las zonas donde ha iniciado la sobrecarga por más de un mes y mes de comienzo de sobrecarga completa en las Pistas 2 y 3.

Finalmente, se registran las áreas donde se retrasó la instalación de los PVD (áreas alrededor de piezómetros y vialidades) en la Figura 3.

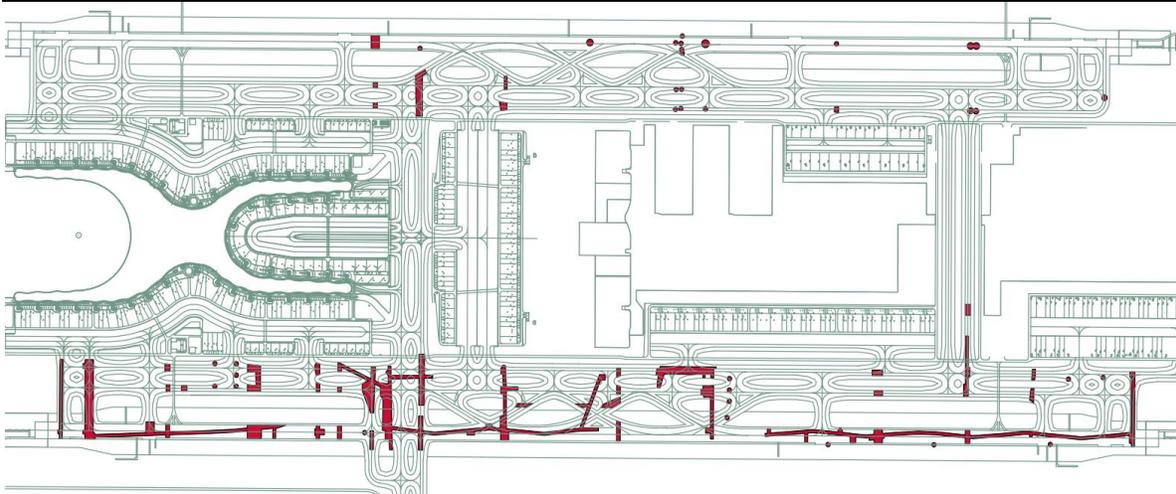


Figura 3: áreas de instalación retrasada de PVD y/o construcción de vialidades con construcción retrasada de sobrecarga

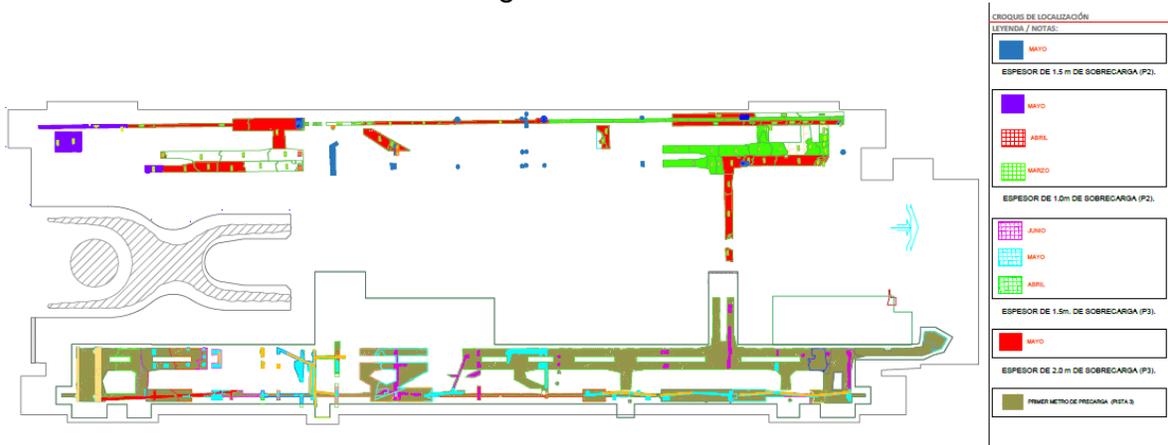


Figura 4: Aplicación del 3m de sobrecarga en Pista 2 y Pista 3.

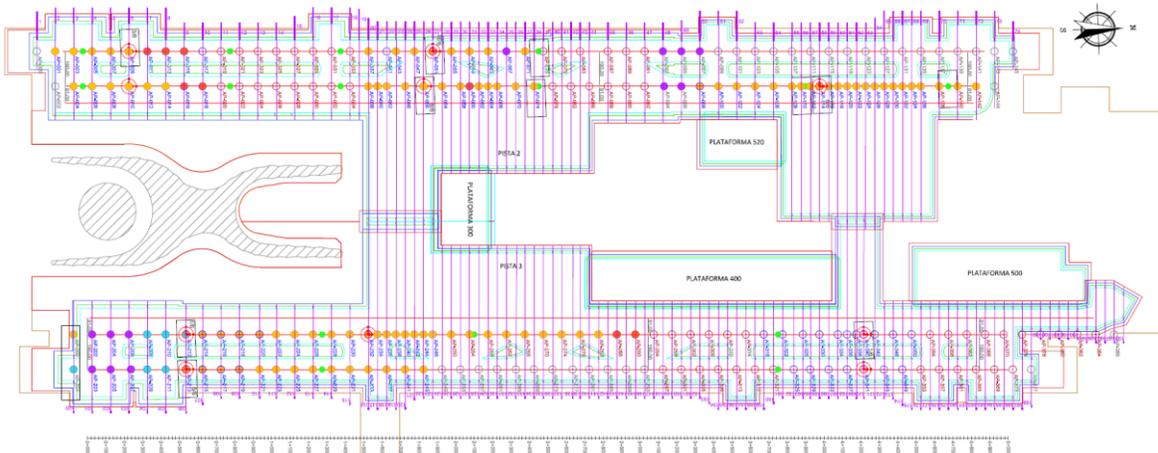


Figura 5: Aplicación del Sistema de Bombeo Vertical Activo (AVPS) en Pista 2 y 3.



Las observaciones realizadas en los lugares donde comenzó la sobrecarga¹ se discuten en la Sección 2. La Sección 3 y Anexo III se verifica la estabilidad actual del terraplén de sobrecarga. En la Sección 4 se informa la interpretación de los datos del control de asentamiento. En la Sección 5 se presentan las conclusiones del desempeño de la sobrecarga. Finalmente, los asentamientos se presentan en el Anexo IV.

¹ La sobrecarga comienza cuando la construcción del terraplén haya finalizado.

2 INTERPRETACIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE LOS INSTRUMENTOS

2.1 Introducción

Para las áreas donde ha comenzado la sobrecarga, se interpretan las observaciones por tipo de instrumento. Los piezómetros Eléctricos y Casagrande se utilizan para derivar el grado de consolidación (U). Los Extensómetros y mangueras de asentamiento son utilizados para determinar los perfiles verticales y horizontales del asentamiento.

Los asentamientos son interpretados con la información de la placa de asentamiento. Esto es aplicado para todas las placas de asentamiento y no áreas limitadas donde la sobrecarga ha dado inicio. Los datos de la placa de asentamiento son usados para validar el modelo de superficie usado en los cálculos de diseño.

Este reporte mensual no incluye la información de la celda de presión ni de la manguera de asentamiento. Ya han sido examinados en reportes previos y se dará prioridad a otros instrumentos.

2.2 Piezómetros Eléctricos y Casagrande

En las ubicaciones donde ha comenzado la sobrecarga, las presiones de agua (p_w) medidas por piezómetros eléctricos (EP) son usadas para determinar el U actual. El U es calculado con el uso de la siguiente ecuación, donde el estado estático de la presión de agua (u_0) es definido para cada Piezómetro, con base en la información disponible. Esto varía por instrumento y depende de la profundidad y el momento de instalación con respecto de otros hitos de la construcción. u_{max} es la presión de agua observada directamente después de la aplicación de la capa de sobrecarga y u_t es la última presión de agua observada.

$$U = \frac{u_{max} - u_t}{u_{max} - u_0}$$

El grado de consolidación se presenta en las gráficas es el Anexo II. De las figuras del Anexo II se concluye que en las áreas donde los PVDs no se instalen cerca de los Piezómetros, habrá una consolidación más rápida de la FAS que la observada en los instrumentos. Existe un incremento notorio de la U después de la instalación de los PVDs (ejemplo: EP-2600-3 en el Anexo II).

En áreas donde los PVD se han instalado en una etapa posterior, determinar la U será difícil. En caso de que las presiones de agua medidas en los Piezómetros no sean representativas, el comportamiento del asentamiento es utilizado para derivar U.

La información de los piezómetros ha sido convertida a presión excesiva de poro al abstraer la presión de poro medido corregido para asentamiento en el instrumento por la presión de agua de poro medida antes del comienzo de la construcción (u_0).

Esto proporciona introspección de los valores y tasas de disipación de la presión de poro. En la Figura 5 y 8 se presenta un ejemplo del exceso de presión de poro medida en la FAS², CD³, y FAI⁴. Además, se calcula el grado de disipación y se presenta en la Figura 6.

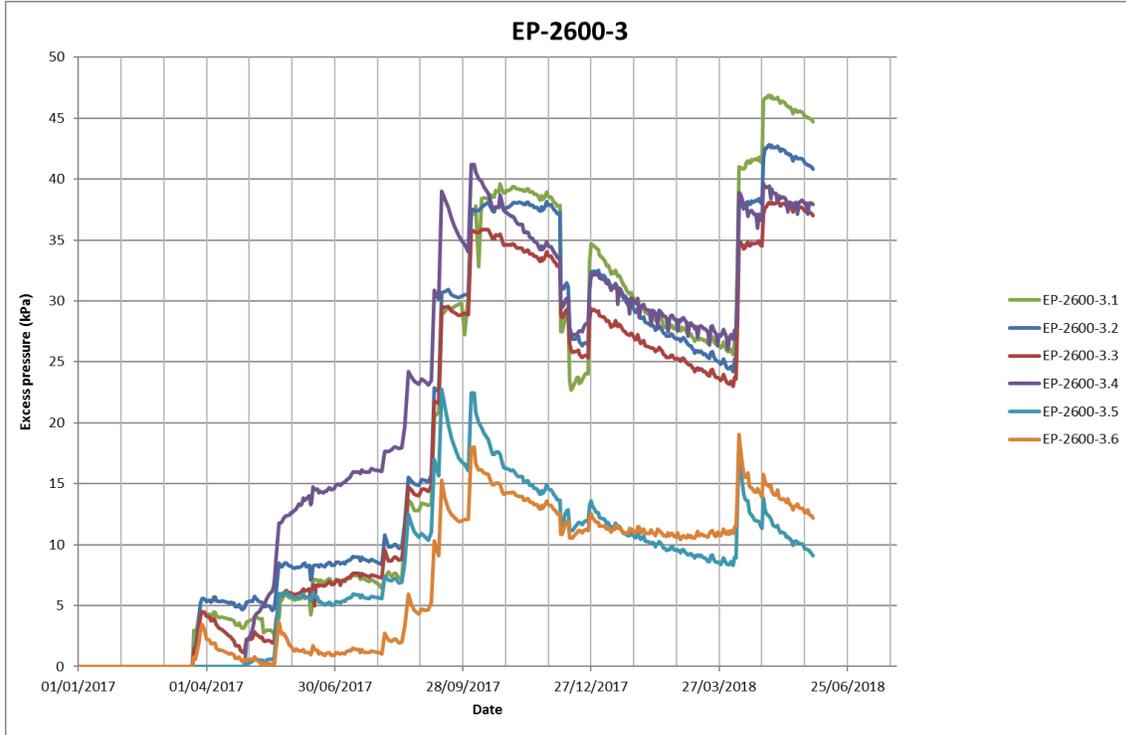


Figura 6: Exceso de presión de poro a lo largo del tiempo en el piezómetro eléctrico EP-2600-3 (ubicado en la pista 2 - zona 5a) en la FAS, CD y FAI

² Formación Arcillosa Superior

³ Capa Dura

⁴ Formación Arcillosa Inferior

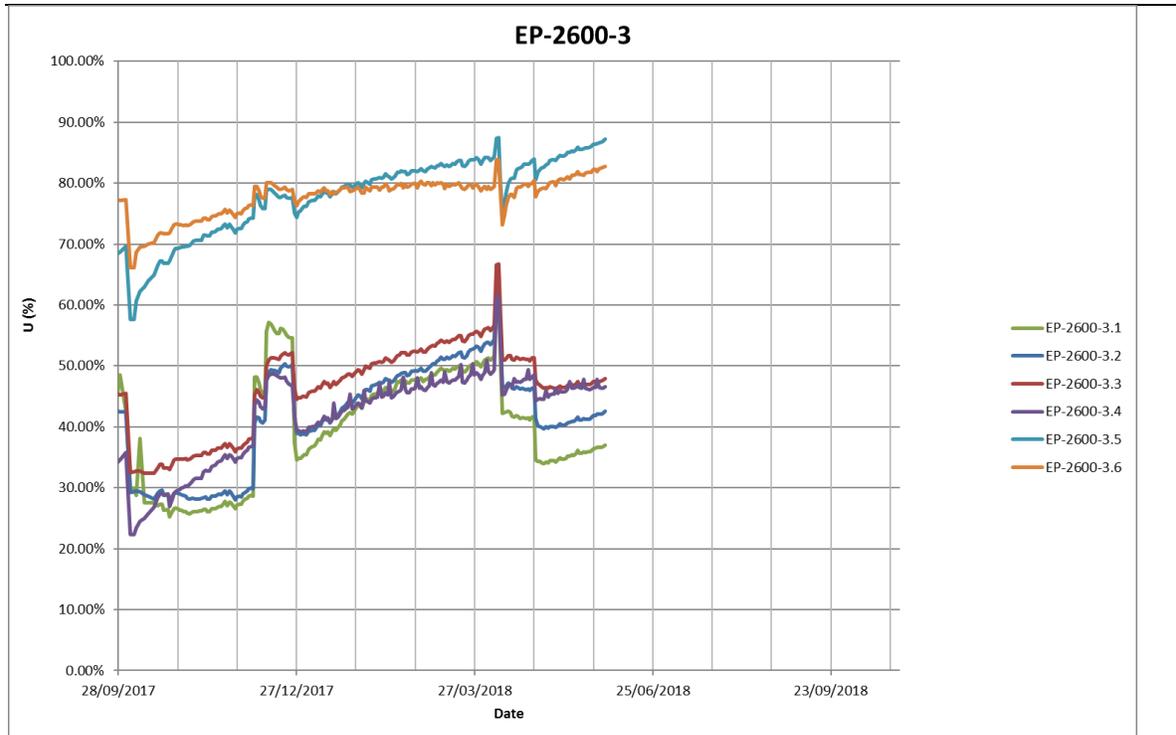


Figura 7: Grado de consolidación a lo largo del tiempo en el piezómetro eléctrico EP-2600-3 (ubicado en la pista 2 - zona 5a) en la FAS, CD y FAI

En múltiples ocasiones, se ha observado un comportamiento inesperado en los acuíferos mayores (CD y SES⁵). Teóricamente, ya que estas son capas permeables y drenadas, se espera que el exceso de presión de poro se disipe instantáneamente. Sin embargo, se observa que estas capas no muestran dicha disipación, sino un incremento gradual del exceso de presión de poro (ver la figura 8).

En la FAS, la presión de poro se disipa relativamente más rápido después de que se instalan los PVDs. Además, el agua se disipa a la misma presión de poro medida antes de la construcción de la sobrecarga (0kPa –exceso de presión de agua de poro). Por otro lado, la presión de agua de poro en la FAI se disipa más lentamente y cubre hacia el valor de 15kPa, lo que es mayor a la presión medida antes del comienzo de la construcción. En la CD también se observa que la presión de agua de poro se disipa hacia 15 kPa, lo que es más que la medición original, lo cual influencia la disipación de la presión en la FAI. Se observa un comportamiento similar en más mediciones de Piezómetros Eléctricos y Verticales en el área de sobrecarga, así como en el EMS. En general, la presión de agua de poro en la CD y SES se traza a lo largo del tiempo y cubre los valores entre 12 y 17 kPa.

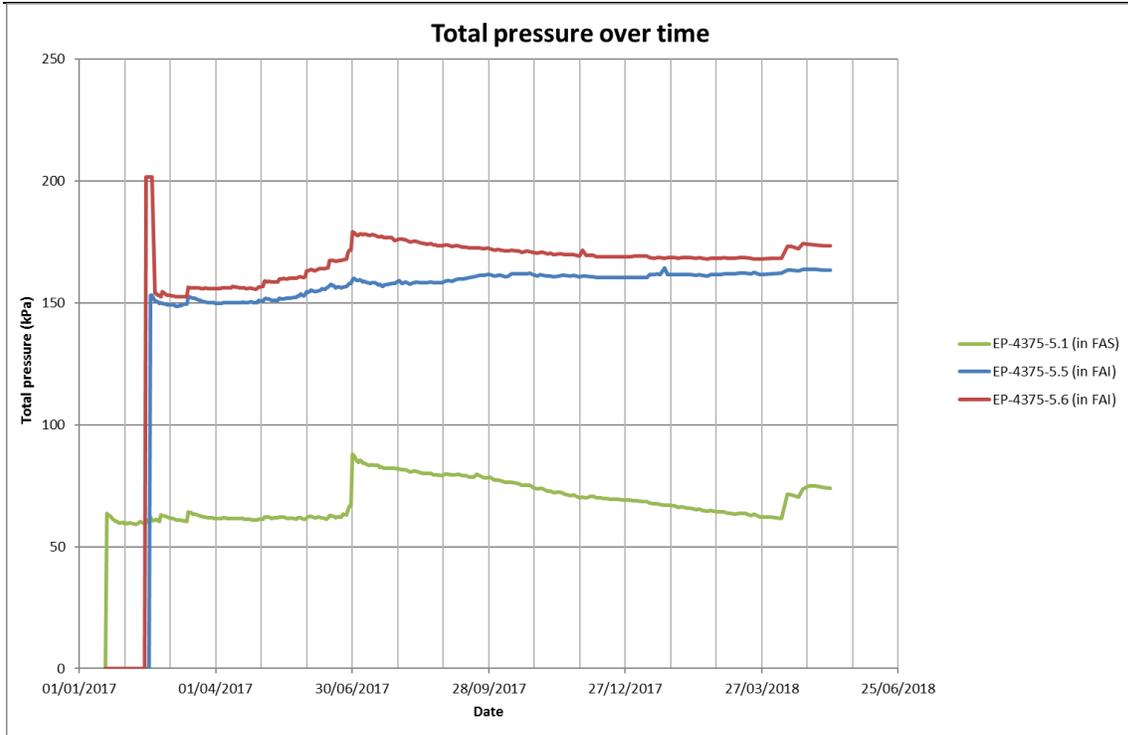


Figura 8: Presión de poro total a lo largo del tiempo en el piezómetro eléctrico EP-4375-5 (Ubicado en Pista 2 - Zona 10) en la FAS, CD y FAI

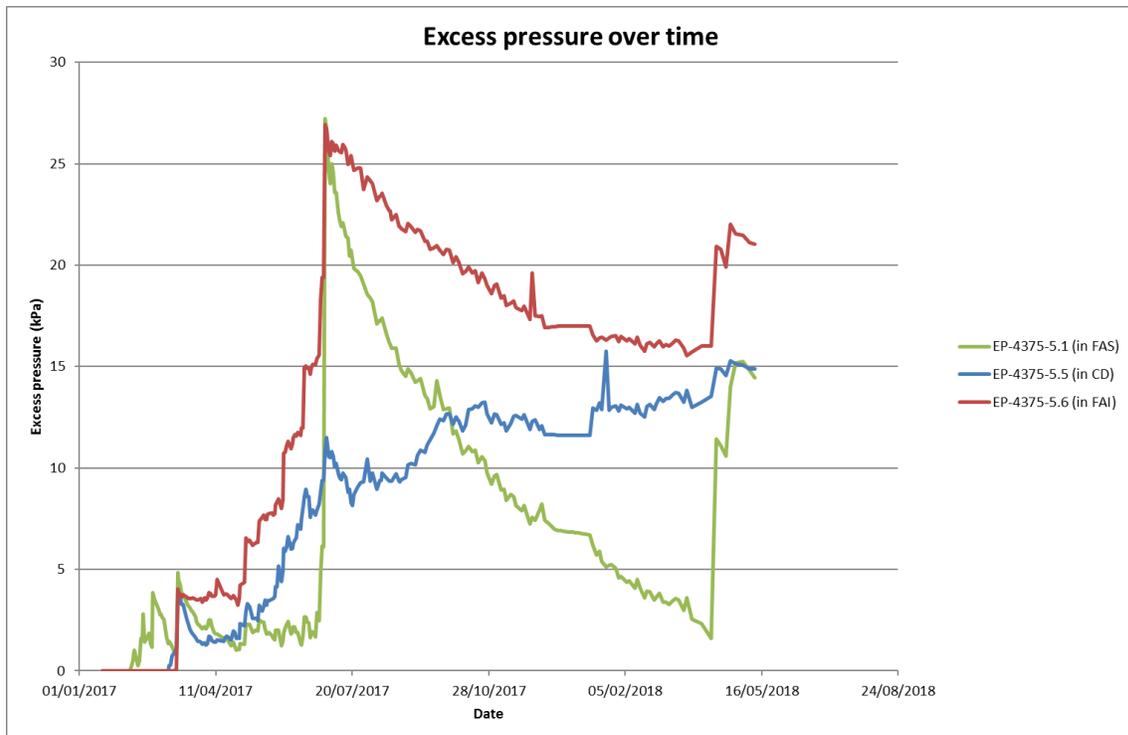


Figura 9: Exceso de presión de poro a lo largo del tiempo en el piezómetro eléctrico EP-4375-5 (Ubicado en Pista 2 - Zona 10) en la FAS, CD y FAI

Otro punto de vista de este efecto del incremento de presión de poro puede ser proporcionado por la examinación combinada de la Figura 9 y 10. La figura 9 muestra la disipación del exceso de presión de poro sobre la profundidad en muchas fechas antes y después de la sobrecarga (inicio de la sobrecarga 30/06/2017). Conforme la consolidación se desarrolla, el exceso de presión de poro disminuye, como se observa en el trazo. Sin embargo, se observa que entre las fechas 2/1/2018 y 8/3/2018, el exceso de presión en la interfaz entre la FAI y SES incrementa aproximadamente en 15 kPa, en lugar de disiparse. Esto puede ser explicado en la Figura 10, donde el exceso de presión el mismo periodo en el SES (que actúa como condición límite en la FAI inferior) incrementa a 15kPa.

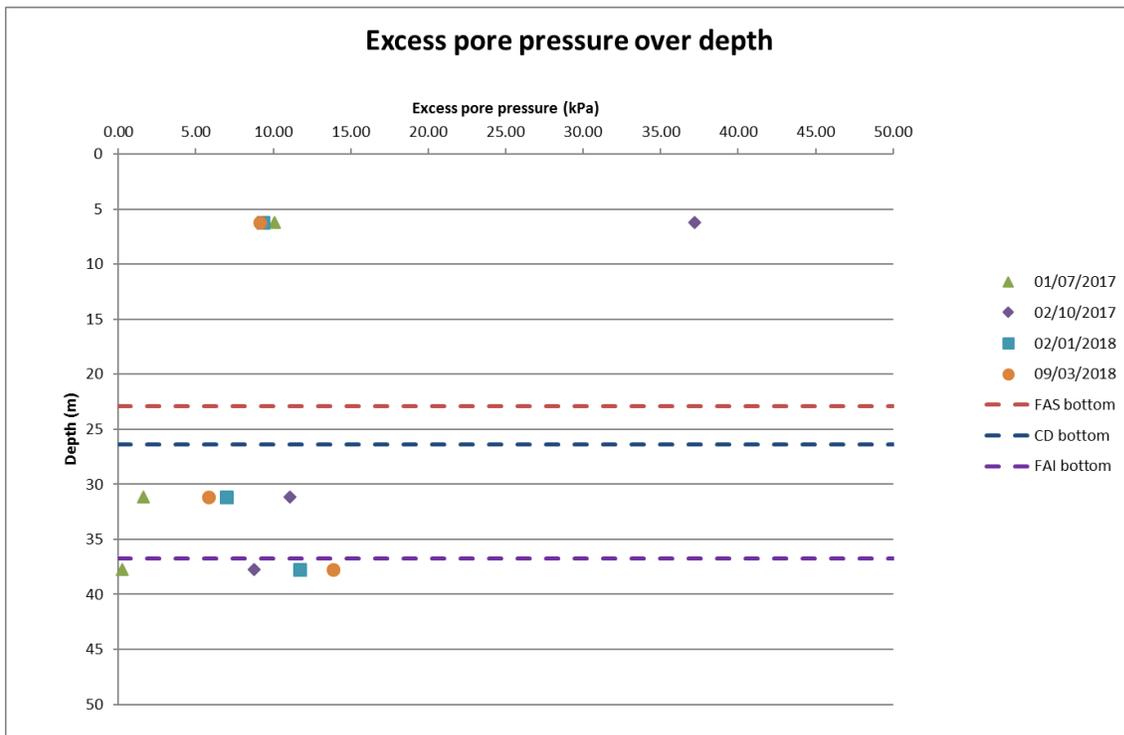


Figura 10: Exceso de presión de agua de poro sobre profundidad de acuerdo con el piezómetro eléctrico EP-3140-4 en múltiples momentos de la construcción.

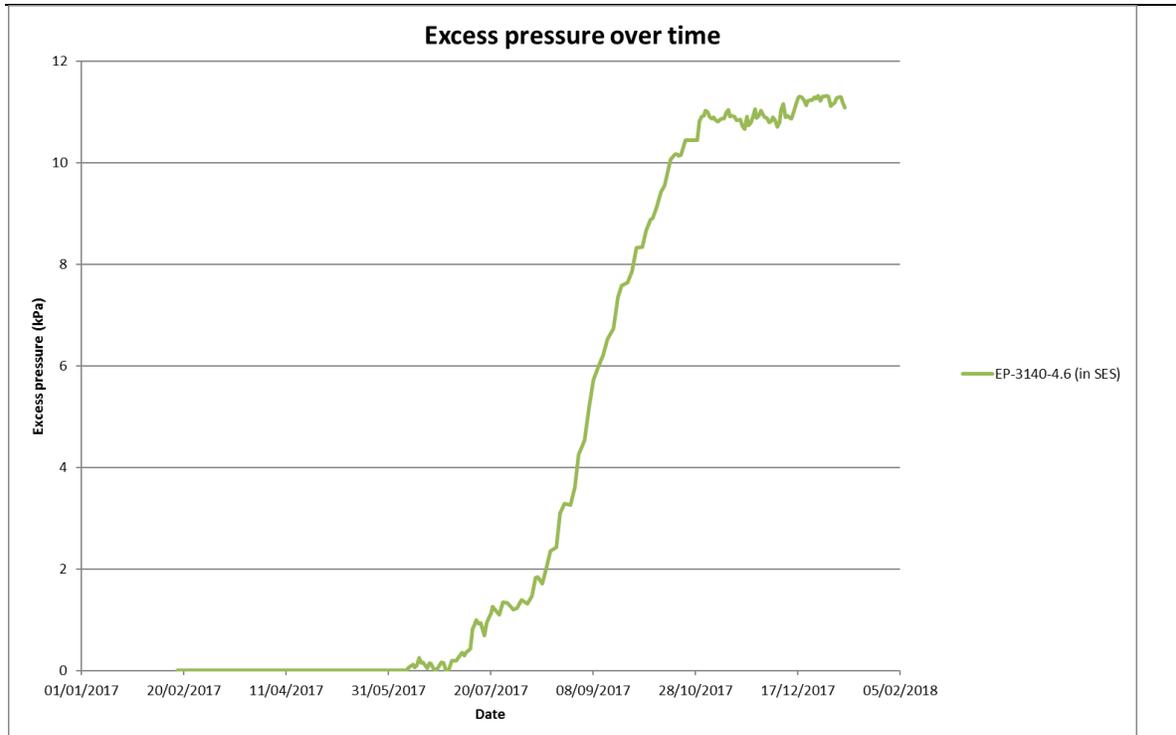


Figura 11: Exceso de presión de poro a lo largo del tiempo en el piezómetro eléctrico EP-3140-6 (Ubicado en la Pista 2 - Zona 5b) en el SES

Una combinación de las 2 principales razones parece contribuir a este efecto de incremento de presión:

- Los acuíferos son capas parcialmente drenadas. Esto significa que sus condiciones límite no permiten un flujo tan rápido como el asumido inicialmente. Por esto, la disipación del exceso de presión de poro es más lento.
- La aplicación extensiva de sobrecarga en áreas adyacentes.

En los siguientes meses, este fenómeno será monitoreado y posiblemente se incluirá un modelado, en caso de que su efecto sea considerable.

2.3 Extensómetros

Siguiendo los estudios extensivos en las observaciones de los extensómetros reportadas en reportes mensuales previos, se enfocó la atención en los Piezómetros. Por lo tanto, no se reportan observaciones adicionales en este reporte.

2.4 Pozos de observación

Los datos de los pozos de observación se comparan con el asentamiento medido y, por lo tanto, se estima el nivel del agua en el Tezontle. La altura de agua en el Tezontle se presenta en la Figura 11. Se observan niveles de agua más altos en el

tezontle en áreas con asentamiento total mayor. Esto sucede debido a que la generación de asentamiento se conecta a la extensión de la consolidación, lo que significa que el agua es extraída del suelo a través de PVDs y descargada en el Tezontle. Por ejemplo, la parte norte de la Pista 2, donde aparecen algunos de los valores de estancamiento más altos, fue una de las áreas que fueron sobrecargadas de manera temprana, por lo que su asentamiento es mayor.

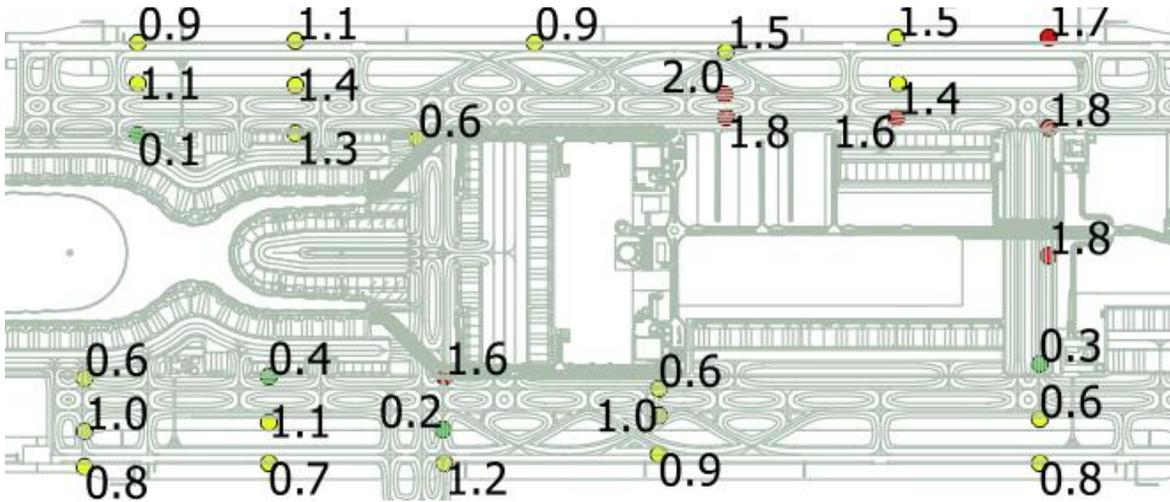


Figura 12: Altura del agua en Tezontle de acuerdo a los datos del pozo de observación

Además, la información del pozo de observación será utilizada para evaluar la efectividad del Sistema de Bombeo Vertical Activo (AVPS). Se han instalado Pozos de Observación adicionales cercanos a los puntos del Sistema de Bombeo Vertical Activo.

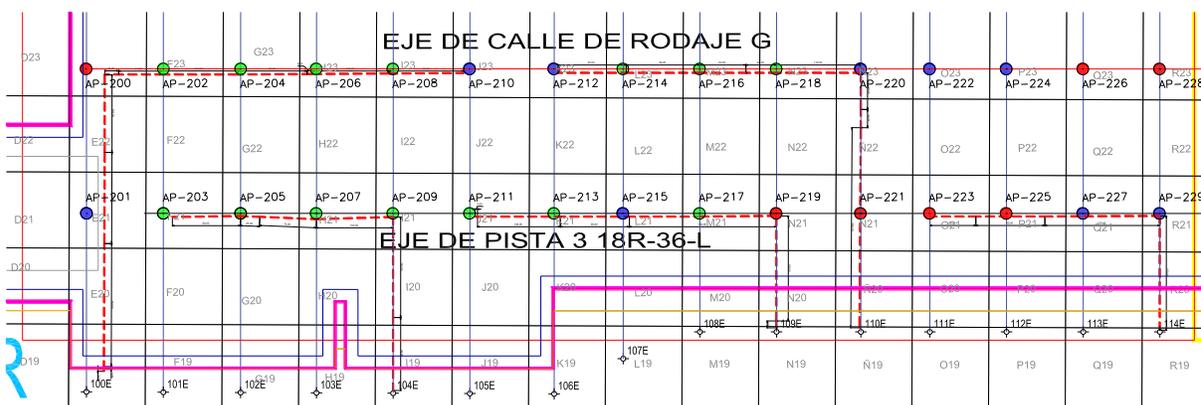


Figura 12: Plano de la ubicación de Pozos de Bombeo.

Alrededor de 14 Pozos de Bombeo del sistema se han activado. Éstos son los ubicados en la zona Sur de Pista 3 que se marcan en verde en la Figura 12. Hasta el momento, los siguientes volúmenes de agua han sido bombeados al 21-06-2018.

Tabla 1: Resumen del agua extraída (m3) por bomba y el lugar donde está emplazada.

		Total extracted water 31/5/2018 (m ³)	Total extracted water 21/6/2018 (m ³)
AP-202	RODAJE G	9,504.95	27,089.11
AP-203	PISTA 3	4,231.63	23,222.33
AP-204	RODAJE G	5,032.00	11,872.02
AP-205	PISTA 3	3,220.16	6,063.45
AP-206	RODAJE G	2,385.11	3,379.29
AP-207	PISTA 3	1,956.00	1,995.60
AP-208	RODAJE G	9,504.95	1,119.00
AP-209	PISTA 3		4,350.00
AP-210	RODAJE G		0.00
AP-211	PISTA 3		759.60
AP-212	RODAJE G		
AP-213	PISTA 3		
AP-214	RODAJE G		3,255.00
AP-215	PISTA 3		
AP-216	RODAJE G		4,774.80
AP-217	PISTA 3		3,150.00
AP-218	RODAJE G		4,305.00

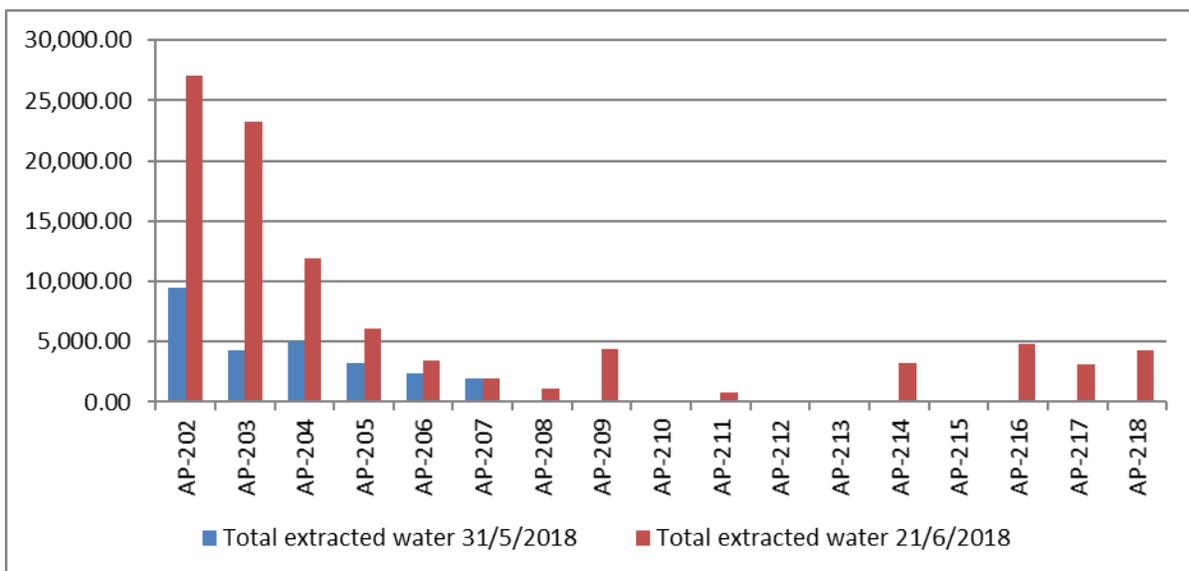


Figura 13: Resumen del volumen extraído (m3).

La Tabla 1 y la Figura 13 muestran el volumen de agua extraído por bomba en las fechas examinadas. El volumen total de agua extraída al 21-06-2018 era e95,335

m3. Dos Pozos de Bombeo tienen Pozos de Observación cercanos, AP220 y AP204. Ap220 no está activo aún, por tanto Ap204 se ha considerado en éste reporte. Cercano al AP204 se encuentra el PO-0145 (Ver Figura 14). Todos los pozos de bombeo alrededor de AP204 están activos y por tanto, los resultados de los niveles de agua en el PO-0145 son la acumulación de los pozos AP202 al AP207. Al 16-06-2018 AP203 y AP209 tenían las mayores tasas de bombeo.

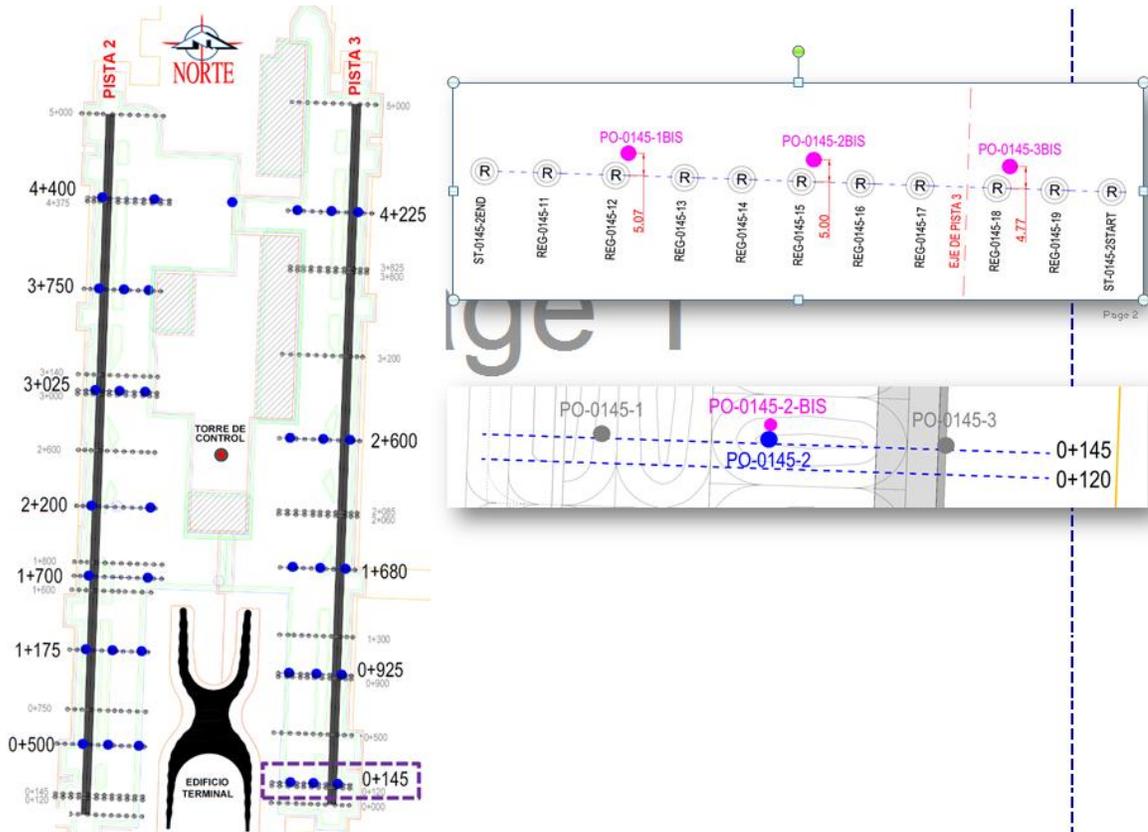


Figura 14: Ubicación de los Pozos de Observación donde se observa una caída del nivel de agua.

Los gráficos mostrados abajo (Figuras 15 a 17) muestran los niveles en el Tezontle (Verde) y en la arcilla. Los niveles en el Tezontle se han rebajado alrededor de un metro desde que se inició el bombeo en los tres pozos de observación. Por lo tanto, el sistema de bombeo parece ser eficaz. El nivel de agua en la arcilla ha disminuido también pero de forma más lenta. En la ubicación del PO-0145-2 (Figura 16) existe probablemente una menor resistencia entre ambos filtros ya que los niveles en la arcilla se disminuyen a mayor velocidad en comparación con las otras dos ubicaciones.

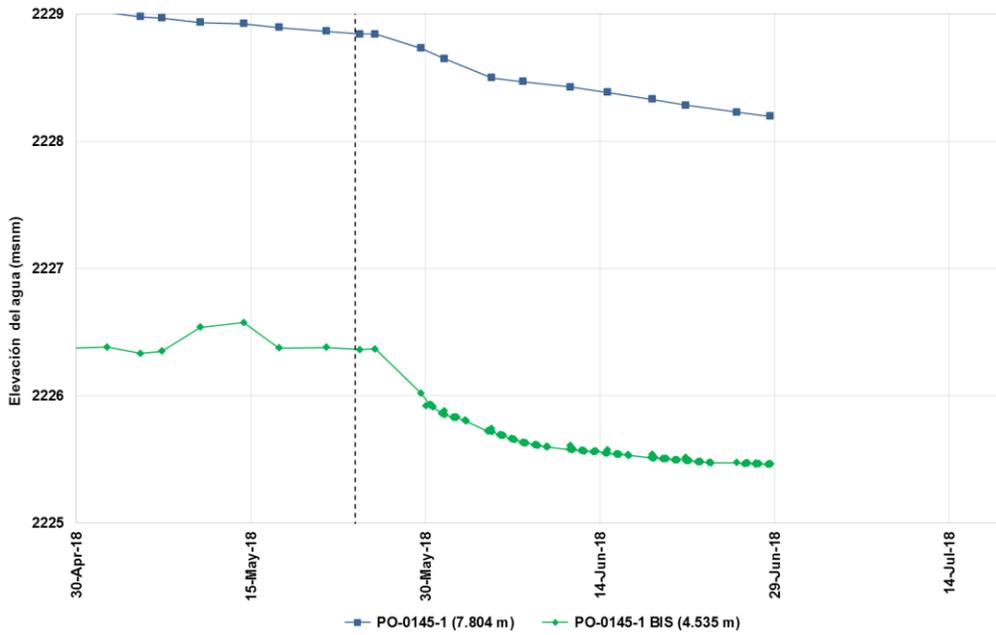


Figura 15: Desarrollo de los niveles de agua en el PO-0145-1.

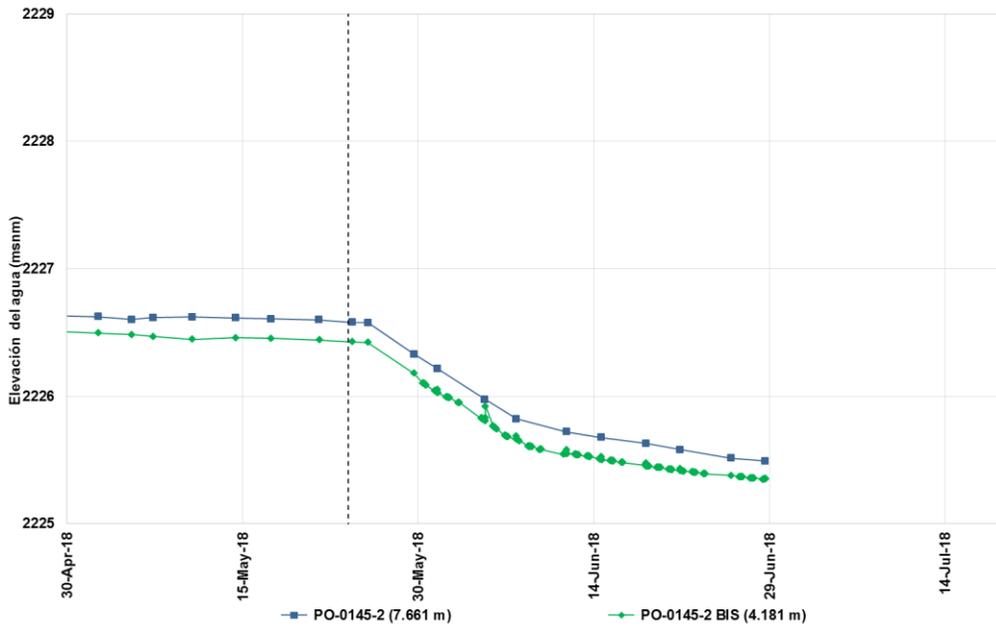


Figura 16: Desarrollo de los niveles de agua en el PO-0145-2.

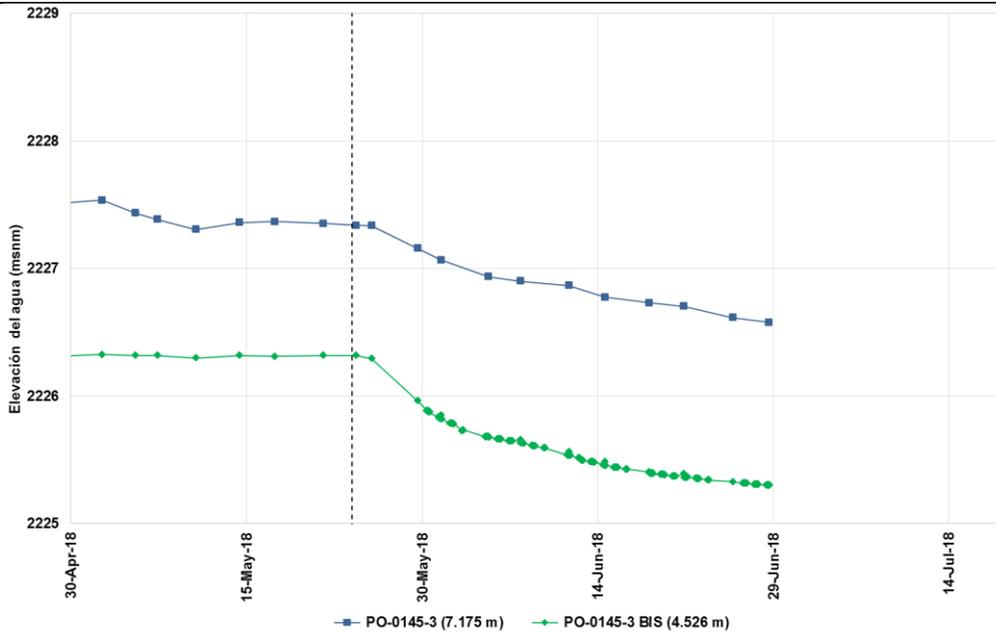


Figura 17: Desarrollo de los niveles de agua en el PO-0145-3.

De forma interesante, el efecto de la operación del Sistema de Bombeo es también evidente en la FAI. En ésta se observa que la tasa con la que la presión decrece es mayor tras el inicio del bombeo, incluso a 29m de profundidad. Esto significa que una rebaja en los niveles de agua en el Tezontle inmediatamente afectan a las presiones en la FAS a través de los PVDs. Por tanto, el Sistema de Bombeo se espera que mejore los grados de consolidación esperados. Éste efecto será monitoreado a través del Método Observacional.

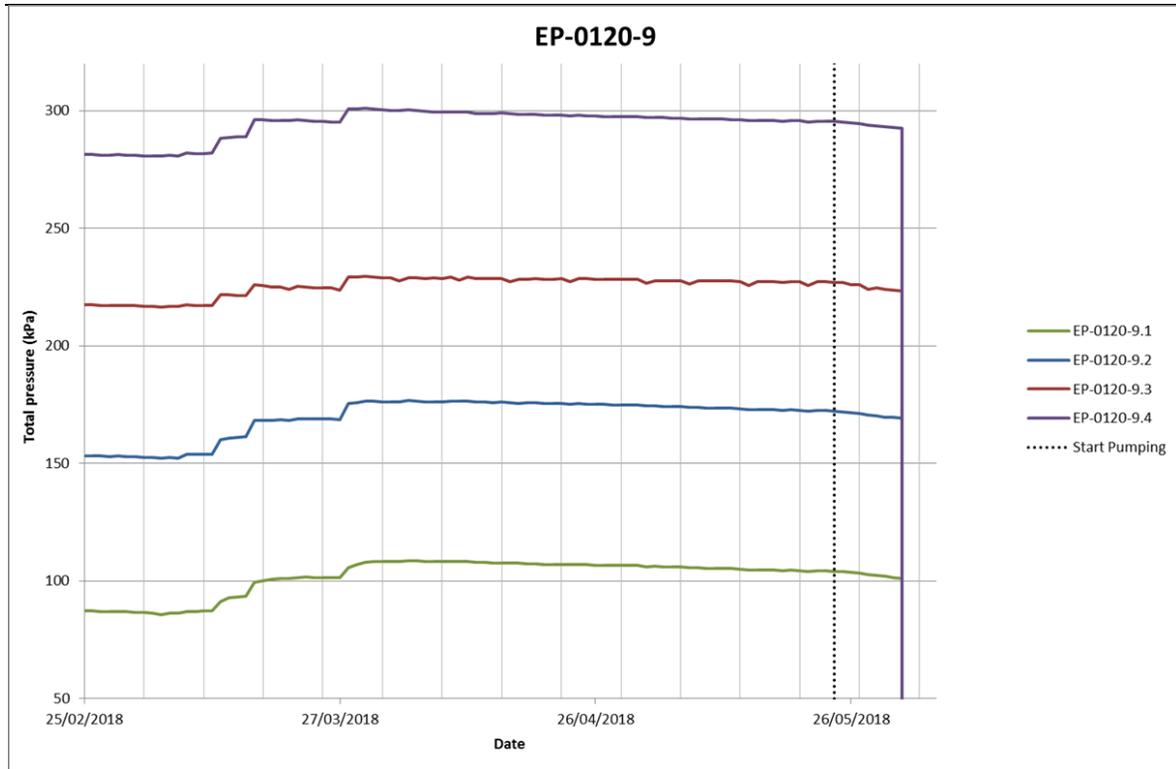


Figura 17: Desarrollo de presiones en el EP-0120-9 con especial énfasis en el inicio del bombeo.

2.5 Placas de Asentamiento

Se han proporcionado datos de asentamiento para 2374 placas. Las observaciones de asentamiento se derivan de la elevación medida de las placas de asentamiento. La elevación medida, proporcionada por CFE, no se corrige para la subsidencia. Por lo tanto, todas las observaciones de los asentamientos se corrigen por subsidencia durante la interpretación de este reporte.

En esta sección se presentan los asentamientos actuales medidos por las placas de asentamiento. Por zona (Figura 1) se trazan los datos de asentamiento medidos y se presentan en el Anexo IV. Como los tiempos de inicio y el calendario de construcción varían espacialmente dentro de las zonas predefinidas, la variabilidad en las gráficas es grande. Por lo tanto, se presentan gráficas adicionales a continuación. Dichas gráficas presentan el mismo asentamiento, pero corregido para el asentamiento al momento de colocar la última capa de sobrecarga.

2.5.1 Presentación de los asentamientos totales medidos

En el Anexo IV, para cada zona (Figura 1), el asentamiento medido se representa en función de la fecha de la observación.

BX-90-XXX-XXXXXX-303 en el Anexo IV muestra la distribución espacial del asentamiento total medido corregido para subsidencia.

2.5.2 Presentación de los asentamientos medidos corregidos para la aplicación del hito de la 4ta capa de precarga

En las zonas donde se ha iniciado la sobrecarga, se presenta el asentamiento observado en reportes mensuales previos. Con el fin de ser capaces de determinar las variaciones espaciales causadas por las condiciones de suelo (y no solo por la secuencia de construcción), el asentamiento se corrige para el momento en el que la 4ta capa de sobrecarga es construida. Los resultados de la zona 1b en la Pista 2 se presentan en la Figura 18.

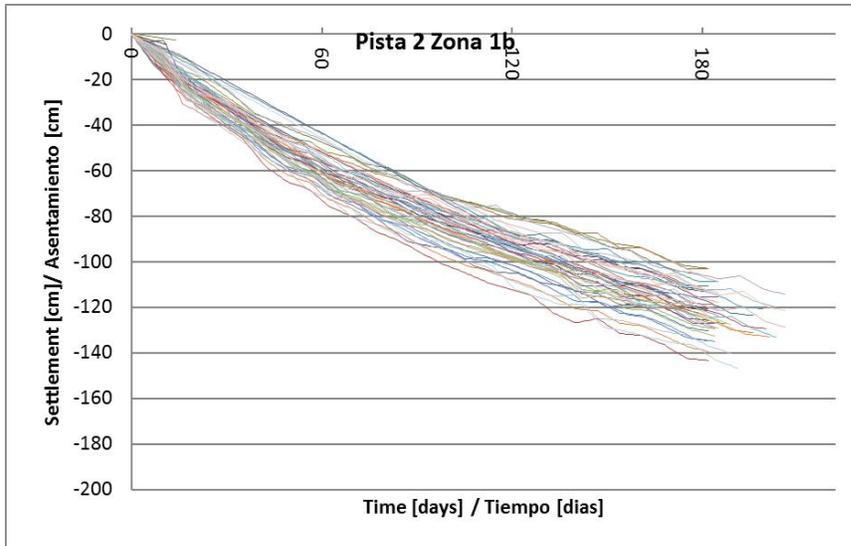


Figura 18: Asentamientos en la Zona 10ben la Pista 2 donde el tiempo de inicio para todos los instrumentos se ajusta al mismo tiempo en la colocación completa del terraplén de sobrecarga.

La Zona 1b es precargada con solo 2m de sobrecarga. Además, en esta área existía un estancamiento anómalo (Figura 19). Por lo tanto, quizás se den pistas sobre el comportamiento de suelo y desarrollo de asentamiento.



Figura 19: Estancamiento preexistente en Zona 1b de la Pista 2

2.5.3 Presentación espacial de asentamiento

En el Anexo IV se presenta una visión general del asentamiento registrado. El plano BX-90-XXX-XXXXXX-303 muestra las ubicaciones de las placas de asentamiento y el correspondiente asentamiento total medido corregido para subsidencia. El plano BX-90-XXX-XXXXXX-325, BX-90-XXX-XXXXXX-326, BX-90-XXX-XXXXXX-327 y BX-90-XXX-XXXXXX-328 muestran el asentamiento observado con respecto a 30 días, 60 días y 90 días después de la aplicación de la cuarta capa de sobrecarga. Por último, el plano BX-90-XXX-XXXXXX-329 muestra la diferencia entre el asentamiento medido y requerido, proporcionando introspección del progreso de la adquisición del objetivo.

El plano BX-90-XXX-XXXXXX-325 muestra que en los primeros 30 días, la tasa de asentamiento en el norte de la Pista 2 y 3 es menor que en el sur. Además, el asentamiento incrementó en la Pista 2 alrededor del cadenamamiento 2+600 a 3+000. Lo mismo puede ser apreciado en BX-90-XXX-XXXXXX-326 y BX-90-XXX-XXXXXX-327.

Curso de asentamientos promedio medidos después de colocar la capa precarga 4 en el eje longitudinal de la Pista 2

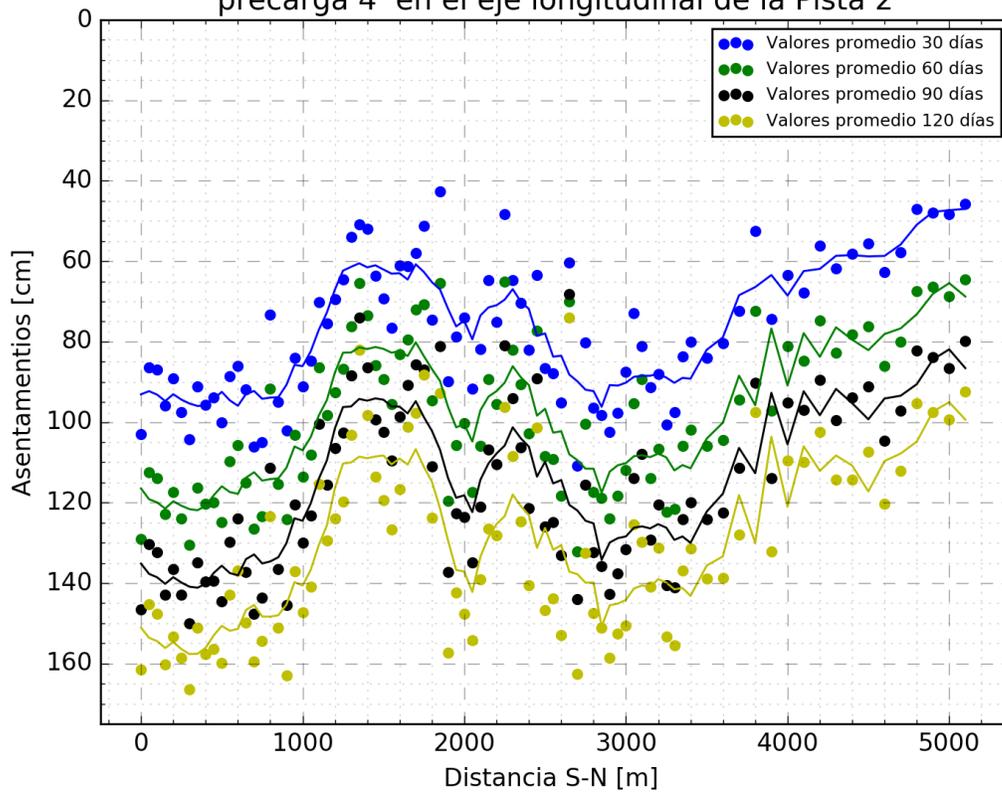


Figura 20: Promedio de asentamiento medido a 30, 60, 90 y 120 días después del inicio de la sobrecarga a lo largo del carril central de la Pista 2.

Curso de asentamientos promedio medidos después de colocar la capa precarga 4 en el eje longitudinal de la Pista 3

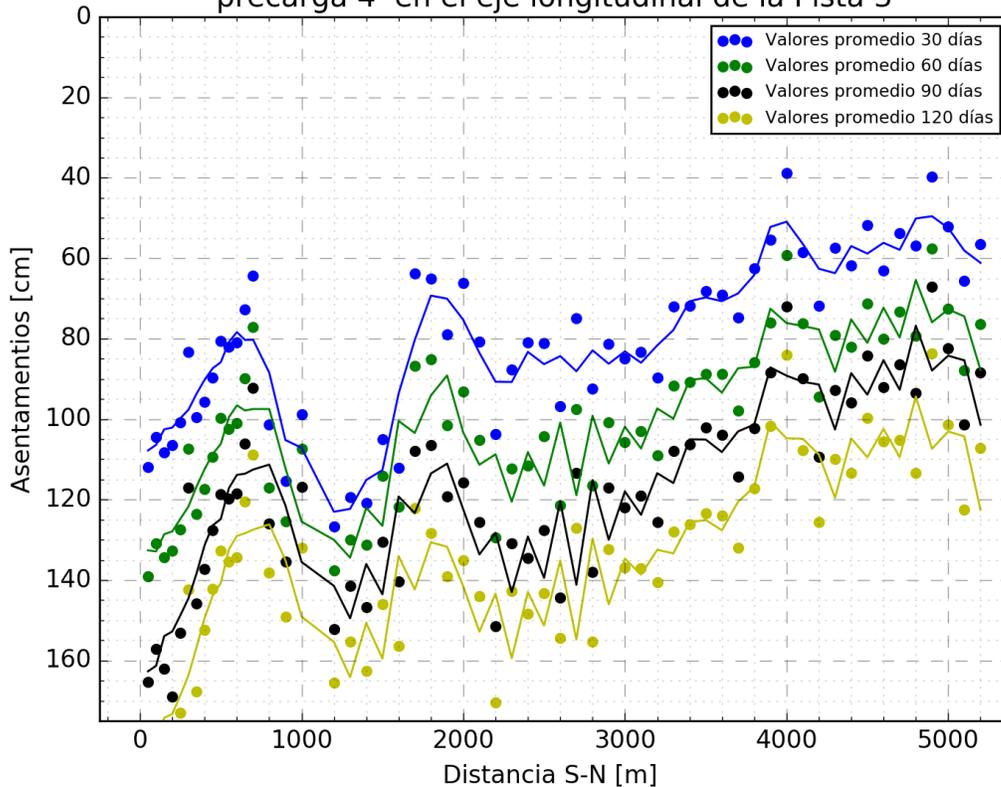


Figura 21: Promedio de asentamiento medido a 30, 60, 90 y 120 días después del inicio de la sobrecarga a lo largo del carril central de la Pista 3.

Las Figuras muestran el promedio de asentamiento medido a lo largo de los carriles de las Pistas 2, 30, 60 y 120 días después de la sobrecarga en las Pistas 2 y 3. La distribución espacial de la tasa de asentamiento puede ser observada en el siguiente gráfico. En la Pista 2, el asentamiento es más rápido que en la parte sur y alrededor del cadenamiento 3+000 y disminuye en la parte norte. En la Pista 3 es claro que el asentamiento alrededor del cadenamiento 0+750 es mucho menor que en la otra área. Es posible que la historia de carga en esta área sea diferente, lo que lleva a una respuesta del suelo diferente.

La información de asentamiento usada para las secciones es tomada de las líneas mostradas en la figura 22. Los gráficos de asentamientos para las Calles de rodaje son presentados en el Anexo IV.

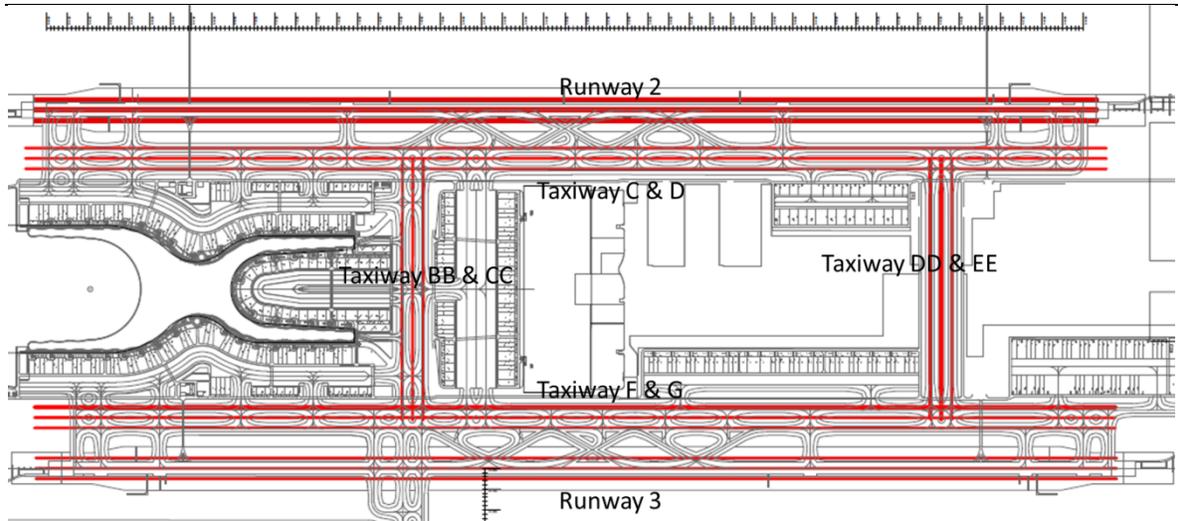


Figura 22: Ubicaciones de asentamientos medidos usando en las secciones largas presentadas a continuación.

2.6 Mangueras de asentamiento

Las mangueras de asentamiento proporcionan valores a lo largo de una línea horizontal, por lo tanto permiten la visualización del perfil horizontal del asentamiento. En este reporte, la información de la manguera de asentamiento se utiliza para investigar el comportamiento en el área cercana a los piezómetros. La Zona 7 en la Pista 2 (EP-3750-3) y Zona 7b de la Pista 2 (EP-3800-9) donde los PVDs fueron instalados posteriormente a lo instruido (llamadas bahías de PVD) son colocadas bajo examinación. La manguera de asentamiento examinada en la Zona 7 o Pista 2 es ST-3750-1, y la de la Zona 7b en Pista 3 es ST-3800-2.

2.6.1 Pista 2 Zona 7

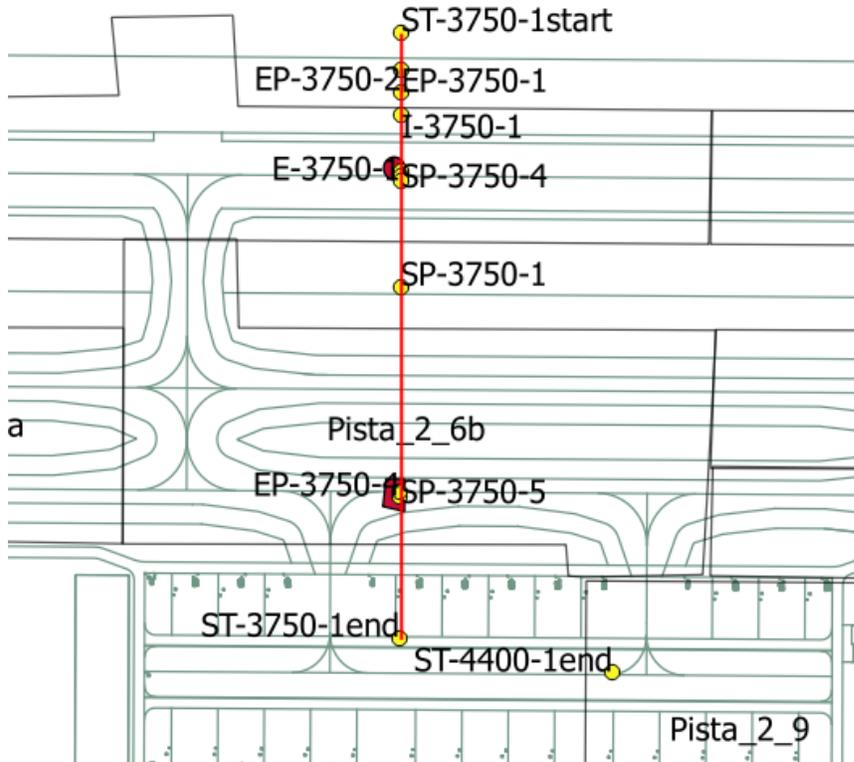


Figura 23: Manguera de asentamiento ST-3750-1 ubicación en mapa, con bahías de PVD indicadas en rojo

La figura 24 muestra el desarrollo del perfil de asentamiento a lo largo de esta sección transversal (vista en la figura 23) a lo largo del tiempo. La bahía de PVDs examinada está ubicada en el cadenamiento transversal 0+030 (30 m al este del eje de la Pista 2). En el área, se habrían instalado normalmente los PVDs en la fecha 7/3/2017. Al 17/8/2017 la manguera muestra que el asentamiento es distribuido uniformemente a lo largo de la Pista 2, ya que no hay cargas importantes (comienzo de la sobrecarga registrada en 26/7/2017). Después de esto, la distribución del asentamiento cambia; se observa la mayoría de este en el cadenamiento 0-030, el área de la bahía PVD muestra el último asentamiento, mientras que el eje tiene su valor promedio. Este efecto conduce a la creación de un “risco” sobre la bahía de PVD en el perfil del asentamiento. A lo largo del tiempo, el asentamiento en el eje alcanza al cadenamiento 0-030. Sin embargo, el “risco” aún es evidente en la parcela, y su diferencia con el eje no es reducida, aunque la instalación de los PVDs en las bahías de PVDs se estima que fue el 7/11/2017.

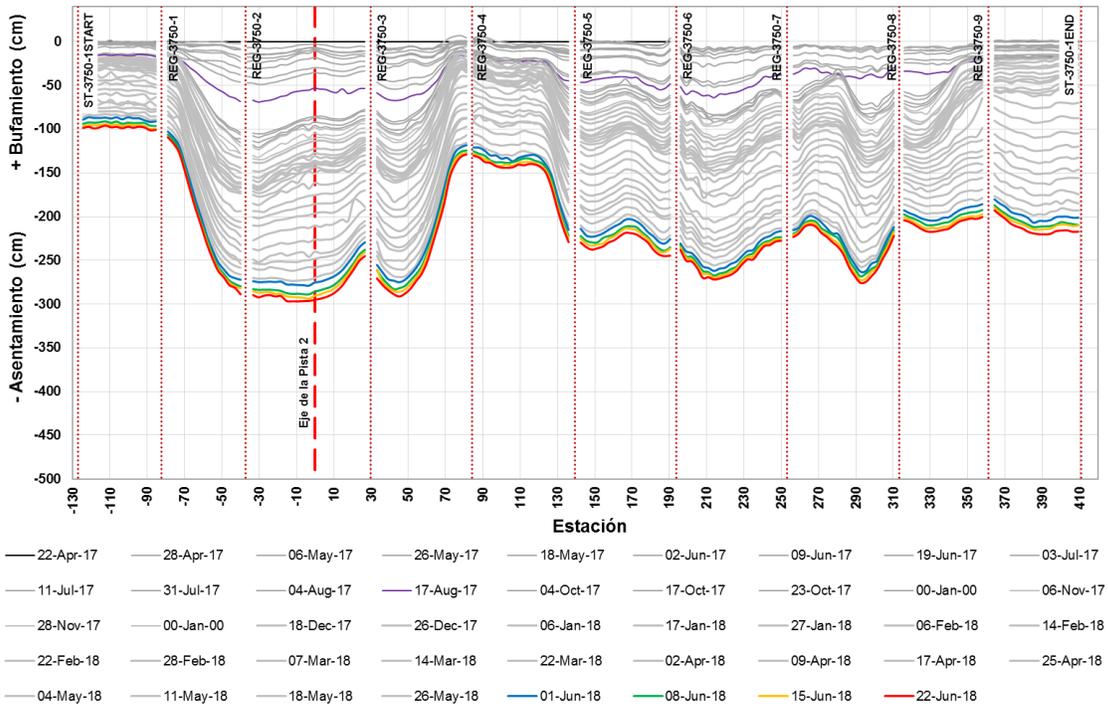


Figura 24: Perfil de asentamiento a lo largo de la manguera de asentamiento ST-3750-1 para fechas múltiples

2.6.2 Pista 3 Zona 7b

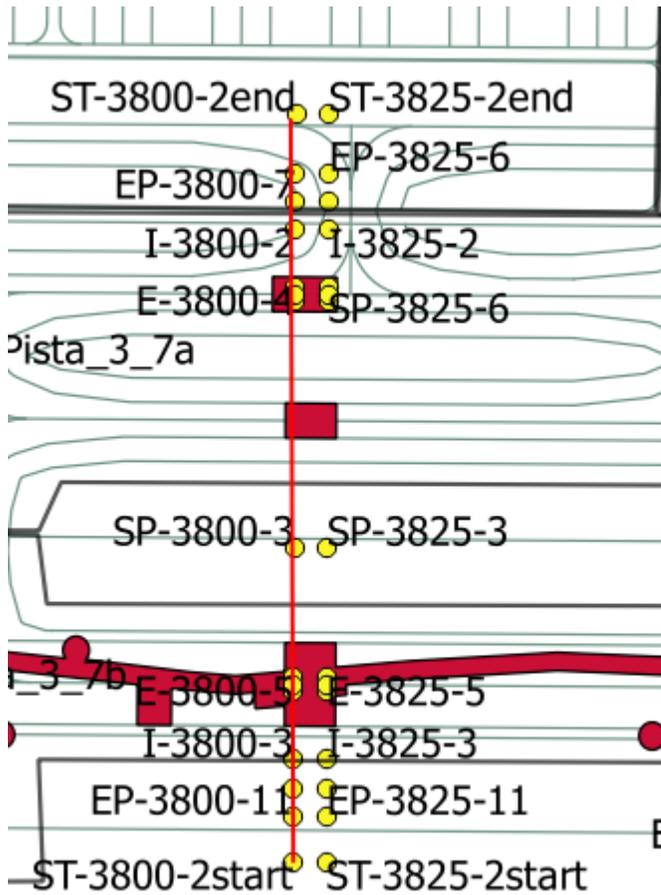


Figura 25: Manguera de asentamiento ST-3800-2 ubicación en mapa, con bahías de PVD indicadas en rojo

La figura 26 muestra el desarrollo del perfil de asentamiento a lo largo de esta sección transversal (vista en la figura 25) a lo largo del tiempo. La bahía de PVDs examinada está ubicada en el cadenamamiento transversal 0+000 (exactamente en el eje de la Pista 3). En el área, se habrían instalado normalmente los PVDs en la fecha 29/7/2017, pero estos no han sido colocados. Aún en etapas tempranas de construcción, la bahía de PVDs muestra menor asentamiento que las áreas cercanas. La distribución del asentamiento no es uniforme; se observa la mayoría de este en el cadenamamiento 0-030 y 0+030, el área de la bahía PVD muestra el último asentamiento, mientras que el eje tiene su valor promedio. Este efecto conduce a la creación de un “risco” sobre la bahía de PVDs en el perfil de asentamiento. A lo largo del tiempo, la diferencia de asentamiento entre las bahías de PVDs y las áreas adyacentes no se reduce. Además, los PVDs aún no han sido instalados en esta área.

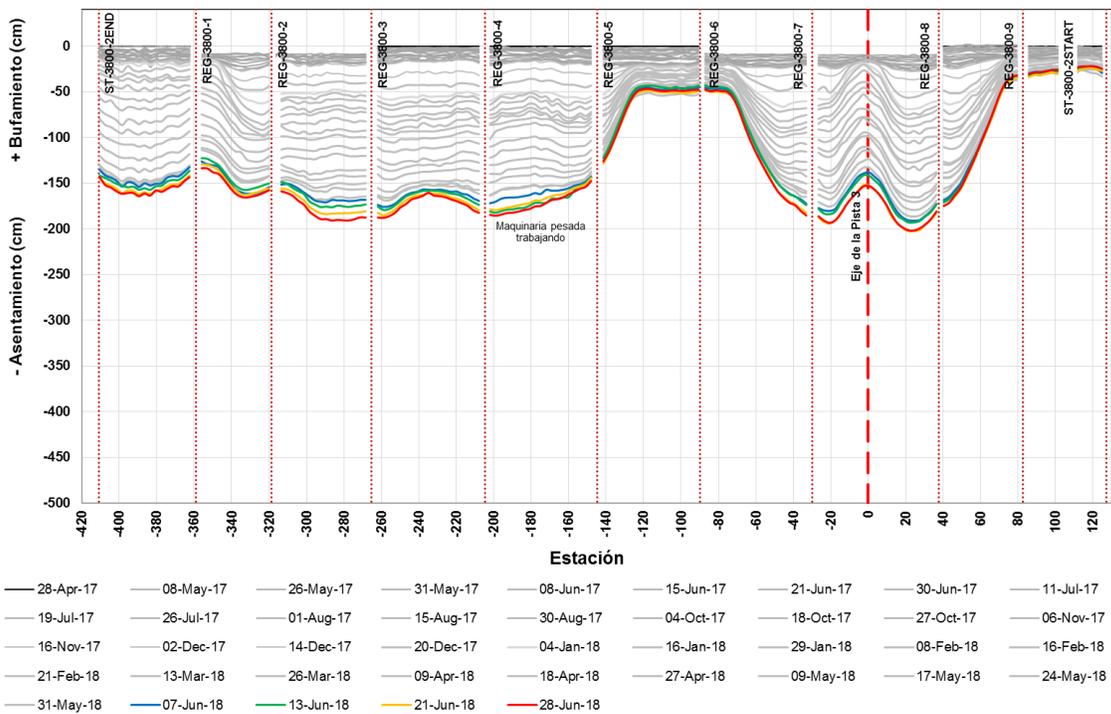


Figura 2613: Perfil de asentamiento a lo largo de la manguera de asentamiento ST-3800-2 para fechas múltiples

2.6.3 Medidas de mitigación

Con el fin de mejorar la tasa de consolidación de las bahías de PVD y alcanzar un grado de consolidación homogéneo, se instruyó la aplicación de sobrecarga extra en esta área problemática (la cual ya fue instalada el 10/5/2018 en la Zona 7 de la Pista 2). En los siguientes meses, el efecto de la medida de mitigación será monitoreada (también en otras áreas) como parte del método observacional.

3 CONTROL DE ESTABILIDAD DEL TERRAPLÉN

3.1 Introducción

En las siguiente sección, se discuten las dos categorías general de control de estabilidad; métodos gráficos y en método S_u (fuerza cortante).

3.2 Métodos Gráficos

3.2.1 Wakita & Matsuo

Basado en los cálculos de observación de campo y de elementos finitos, (Wakita & Matsuo, 1994) introdujeron un método gráfico para evaluar la estabilidad del terraplén basado en el asentamiento medido y el desplazamiento lateral.

Los resultados del método Wakita & Matsuo se presentan en las solicitudes de Aprobación en el Anexo III. Para todas las zonas el método de Wakita & Matsuo no muestra inestabilidad de la pendiente.

3.3 **Método de tasa de desplazamiento horizontal**

El segundo método gráfico es el control de la tasa de desplazamiento horizontal (Trani & Wong, 2014). El nivel de advertencia es de 2 cm/día para la tasa máxima de desplazamiento horizontal.

Los resultados del método de tasa de desplazamiento horizontal son presentados en las respuestas a las Solicitudes para Aprobación del Anexo III.

3.4 **Conclusiones generales del control de estabilidad de taludes**

Se aplican tanto métodos gráficos como analíticos para el control de estabilidad de pendientes. Para las áreas evaluadas (áreas con precarga) se concluye que no hay indicios de inestabilidad geotécnica. El FOS (Factor de Seguridad) calculado con el método S_u y el método W&M muestra que un proceso rápido de construcción no garantiza la estabilidad del terraplén y que la tasa actual de construcción, con 14 días entre los metros subsecuentes de sobrecarga, se ha de mantener.

Dado que la estabilidad del terraplén se evalúa utilizando la instrumentación MO, se forma la mejor comprensión de la estabilidad si se prioriza la sobrecarga en los lugares donde se encuentra la instrumentación. Las evaluaciones en estos lugares pueden ser extrapoladas a otras áreas de sobrecarga.

Para garantizar la seguridad del terraplén, se recomienda seguir una secuencia horizontal de sobrecarga (por ejemplo, aplicar 1 m de precarga para toda una zona antes de comenzar con la 2^{da} capa).

Se puede encontrar una lista de los análisis de estabilidad realizados durante este mes en el Anexo II.

4 **ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DEL CONTROL DE ASENTAMIENTO**

Cuando la sobrecarga está totalmente colocada y los asentamientos progresan, los asentamientos observados (corregidos por subsidencia) pueden compararse con los resultados del modelo de cálculo. Esto se describe para las zonas que aún no han sido retro-analizadas y reportadas en el reporte bimestral.

Se realiza una comparación entre el asentamiento observado y el asentamiento calculado para un solo lugar: Zona 1b en la Pista 2. En esta zona existía un estancamiento anómalo (como se mencionó en 2.5.2), por lo que interpretar dichos resultados puede asistir en la identificación del comportamiento de suelo.

Para las áreas, se realiza un cálculo de asentamiento 1D utilizando un modelo de suelo local representativo y un perfil piezométrico. El modelo de cálculo de diseño al 100% se ajusta con respecto a:

- Programa de construcción (as-built) en la Tabla 1
- Inclusión de altos niveles de agua observados en el Tezontle

Este modelo ajustado se conoce como 'cálculo de línea base'. Para una descripción más detallada de las condiciones de campo y el modelo de cálculo, ver (TASANA, 2016a) y (TASANA, 2015b).

El comportamiento de asentamiento se presenta en la Figura 27. El modelo de línea base (línea naranja) está un poco cerca de la tendencia principal de las placas de asentamiento, lo que significa que la selección del parámetro inicial es una aproximación decente del comportamiento observado. El procedimiento del retro-análisis sufrirá ajustes, con el fin de alcanzar (o verificar) un ajuste aceptable. La línea naranja se calcula con base en valores de parámetro de línea base. Además, el agua en el Tezontle se asume realísimamente, lo cual es un factor que opera en contra de la consolidación. Esta zona será el alcance de los siguientes retro-análisis, con el fin de actualizar las predicciones de asentamiento.

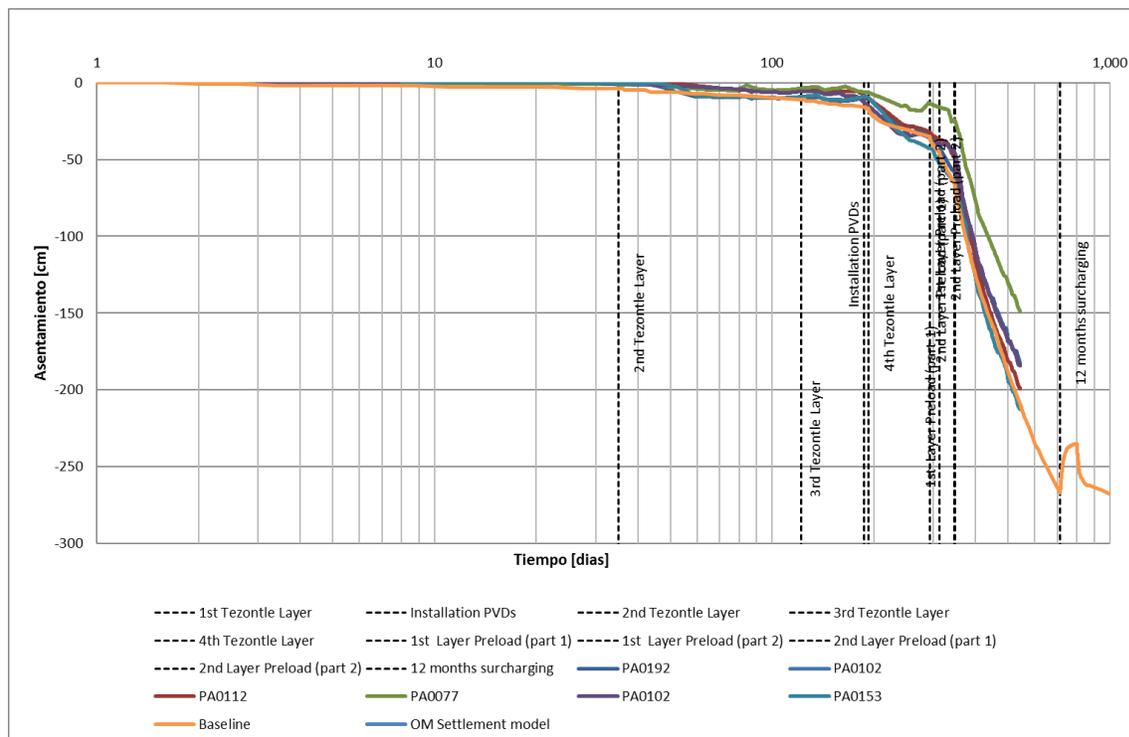


Figura 27: comparación de líneas de tiempo de asentamiento entre medición de placa de asentamiento y modelo de línea base en la Zona 1b en Pista 2

Construction Schedule of settlement plate:	PA0192	Day
1st Tezontle Layer	16/12/2016	0
Installation PVDs	21/06/2017	187
2nd Tezontle Layer	20/01/2017	35
3rd Tezontle Layer	17/04/2017	122
4th Tezontle Layer	27/06/2017	193
1st Layer Preload (part 1)	05/10/2017	293
1st Layer Preload (part 2)	25/10/2017	313
2nd Layer Preload (part 1)	28/11/2017	347
2nd Layer Preload (part 2)	29/11/2017	348
12 months surcharging	29/11/2018	713

Tabla 2: Programa de acción de la Zona 1b en la Pista 2, normalizado a placa de asentamiento.

5 CONCLUSIONES DEL MÉTODO OBSERVACIONAL

Se hacen las siguientes conclusiones en relación al Método Observacional.

- El grado de consolidación (U) se derivó de las observaciones del Piezómetro. En las zonas donde se ha aplicado sobrecarga, el U varía de 10% a 90%. Con base en la sobrecarga. El U medido depende mucho de la instalación cercana de los PVD y los Piezómetros. Además, el U se ha ajustado en donde se ha aplicado el 3er metro de sobrecarga, ya que ha pasado un tiempo considerable desde la instalación.
- Se ha observado un comportamiento inesperado en la disipación de las presiones de agua de poro en acuíferos mayores; la presión excesiva incrementa en lugar de reducirse. El fenómeno ha sido enfocado al examinar la información del piezómetro y se han sacado algunas conclusiones preliminares. En los siguientes meses se estudiará la extensión y las causas de este efecto.
- Los datos de los Pozos de Observación y de los Pozos de Bombeo se ha empleado para evaluar la efectividad del Sistema de Bombeo Vertical Activo. Evidentemente, el nivel de agua en el Tezontle se ha reducido. Además, este efecto es transmitido a la FAS a través de los PVDs dónde los piezómetros eléctricos muestran una reducción de las presiones de poro.
- La información de las mangueras de asentamiento han permitido la inspección del desarrollo del asentamiento en áreas donde los PVDs fueron instalados después (específicamente el área examinada de la Pista 3 donde no han sido instalados). Se observa que el efecto de desarrollo más lento de asentamiento sólo es aislado en áreas problemáticas. Estas áreas no parecen no ponerse al día con las circundantes. Se recomienda la sobrecarga extra como medida de mitigación, con el fin de incrementar la tasa de asentamiento, y los efectos serán examinados como parte del Método Observacional.

- La distribución espacial de la tasa de asentamiento puede ser observada. En la Pista 2, el asentamiento es más rápido en el sur y alrededor del cadenamiento 3+000 (área Omega, donde existía estancamiento). El asentamiento disminuye al norte de la Pista 2, así como en el área de Cascajo (la cual cubre una parte en la mitad de la Pista y Calles de rodaje transversales BB y CC. En la Pista 3, está claro que el asentamiento alrededor del cadenamiento 0+750 es menor que en las otras áreas.
- No se ha observado inestabilidad en las pendientes del terraplén. Sin embargo, el margen de seguridad requiere de adherencia estricta al tiempo de espera de 2 semanas entre la 1era y 2da capa de sobrecarga.

6 ANEXO I: LISTA DE REFERENCIAS

- Dykstra, C. a. (2001). Praktijkwaarde Consolidatiecoefficient Bepaald met Asaoka-Methode. *Geotechniek*, 105-110.
- Guo, W., & Chu, J. (2017). New Observational Method for Prediction of One-dimensional Consolidation Settlement. *Geotechnique*, 516-522.
- II-UNAM. (2015c). *TECHNICAL NOTE No. GEO-12, Regional subsidence forecast on the former Lake of Texcoco by linear extrapolation.*
- Peck, R. B. (1969). Advantages and limitations of the Observational Method in applied soil mechanics. *9th Rankine Lecture, Géotechnique*, 171-187.
- Skempton, A. (1954). The Pore Pressure Coefficients A and B. *Geotechnique*.
- Tan, S. a. (1996). Comparison of the Hyperbolic and Asaoka Observation Method of Monitoring Consolidation with Vertical Drains. *Soils and Foundations*, 31-42.
- TASANA. (2015b). *Ground Interpretation Report.*
- TASANA. (2016a). *REPORTE DE DISEÑO CUARTA FASE - GENERAL - ESTUDIOS DE SUBSUELO - GEOTECNIA – Report number: TSN-GACM-REP-317.* Mexico.
- TASANA. (2017). *Observational Method Pista 2 and 3 - Monthly Progress Report – verification monitoring data and installation – Octubre 2017.*
- Trani, D., & Wong, P. (2014). Predicting instability of Embankments on Soft Ground From Monitoring Data. *Australian Geomechanics*.
- Wakita, E., & Matsuo, M. (1994). Observational design method for earth structures constructed on soft ground. *Geotechnique*, 747-755.

7 ANEXO II: GRÁFICOS DE GRADO DE CONSOLIDACIÓN

Se presenta en forma de gráficos el grado de consolidación por Zonas. En el eje-x se encuentra la fecha después del comienzo de la sobrecarga y en el eje-y se encuentra en grado de consolidación (U).

El procedimiento para calcular el grado de consolidación se describe a través de un ejemplo.

Los piezómetros proporcionan una medición no corregida de la presión total a lo largo del tiempo. Debido a que toman lugar cantidades significativas de asentamiento, el sensor se establece con el suelo circundante y la profundidad de instalación aumenta. Esto implica que la presión medida también incremente a lo largo del tiempo como efecto secundario y no solo como consecuencia directa de la carga no drenada. Con el fin de calcular adecuadamente el grado de consolidación, este efecto debe ser extraído de las mediciones, con el fin de aplicar una corrección de asentamiento. La placa de asentamiento (PA) más cercano al piezómetro es identificada (también tiene que estar bajo sobrecarga completa) y el asentamiento medido es relacionado a las fechas correspondientes a las mediciones de presión. Posteriormente, se realizar una simplificación; el asentamiento disminuye linealmente sobre la profundidad, con el punto de cero asentamiento siendo 10 m por debajo del fondo de la FAS (aproximadamente en la parte inferior de la FAI). De este modo, el perfil de asentamiento sobre profundidad es compilado. Finalmente, la presión es corregida al reducir la medición del piezómetro por los acentos de asentamiento en el sensor profundo de la siguiente manera:

(Asentamiento en profundidad de sensor) = (Asentamiento en superficie)*(Profundidad de asentamiento)/[(profundidad de FAS + 10m]

$$Pressure_{Corrected} = Pressure_{Raw} - |Asentamiento en profundidad de sensor| * 9.81 \text{ kN/m}^3$$

En la Figura 20 es evidente el efecto de la corrección de presión para asentamiento. Además, se examina la suposición para el perfil de asentamiento.

Se observa que la distancia final del asentamiento desde el fondo de la FAI tiene un efecto menor en el resultado de la corrección para asentamiento.

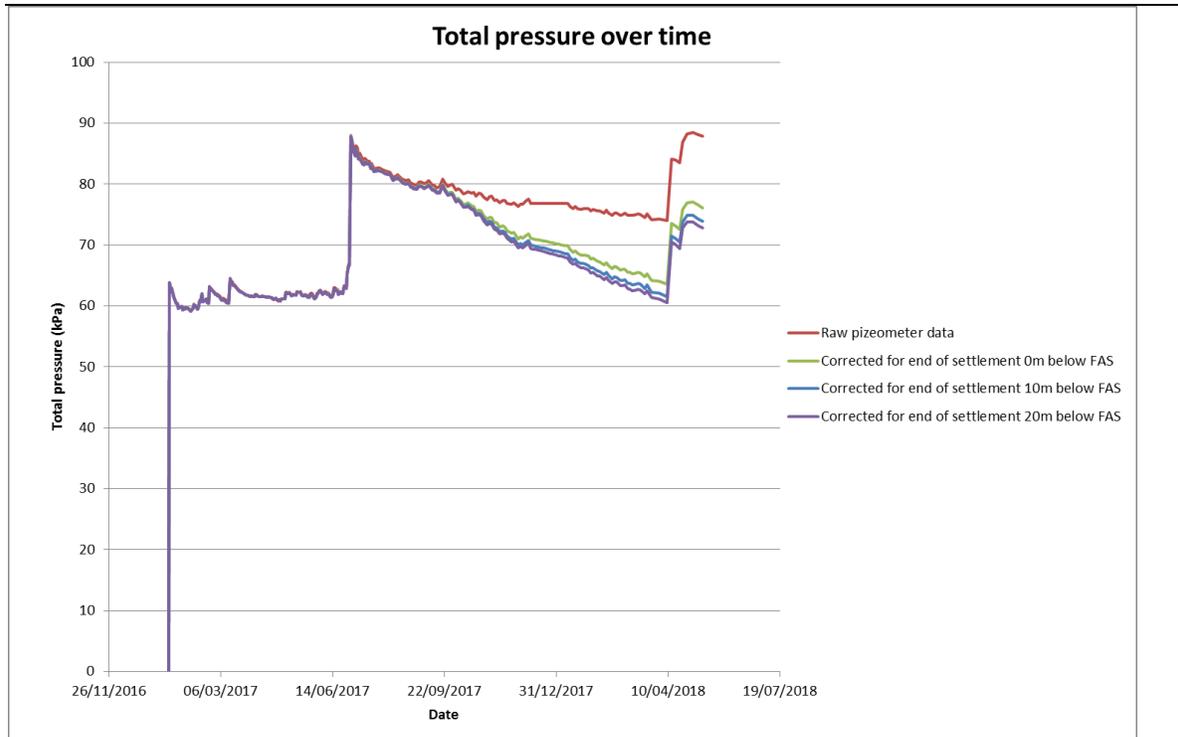


Figura 14: Comparación de presión a lo largo del tiempo entre datos no corregidos y corregidos para asentamiento asumiendo diferentes extremos de perfil de asentamiento

Ya que los extensómetros siempre son instalados cerca de los piezómetros, estos pueden ser usados en este procedimiento, Sin embargo, ya se reportó que las lecturas de los extensómetros no son de fiar, debido a la cuestión de la instalación retrasada de los PVD en las cercanías de los piezómetros (bahías de PVD).

Después de la corrección de asentamiento, la línea de tiempo de las presiones de poro totales está disponible, Esta información puede ser utilizada para proporcionar el trazo del exceso de presión. Comenzando desde condiciones iniciales no hidrostáticas, el reto en este procedimiento es identificar de manera adecuada la presión inicial (u_0), la cual es sustraída con el fin de convertir el exceso de presión. En general, u_0 se toma usualmente de la presión en el periodo de tiempo cuanto el trazo de la presión permanece casi constante. La figura 21 y 22 muestran cómo el trazo de la presión total es convertido a su contraparte de exceso de presión.

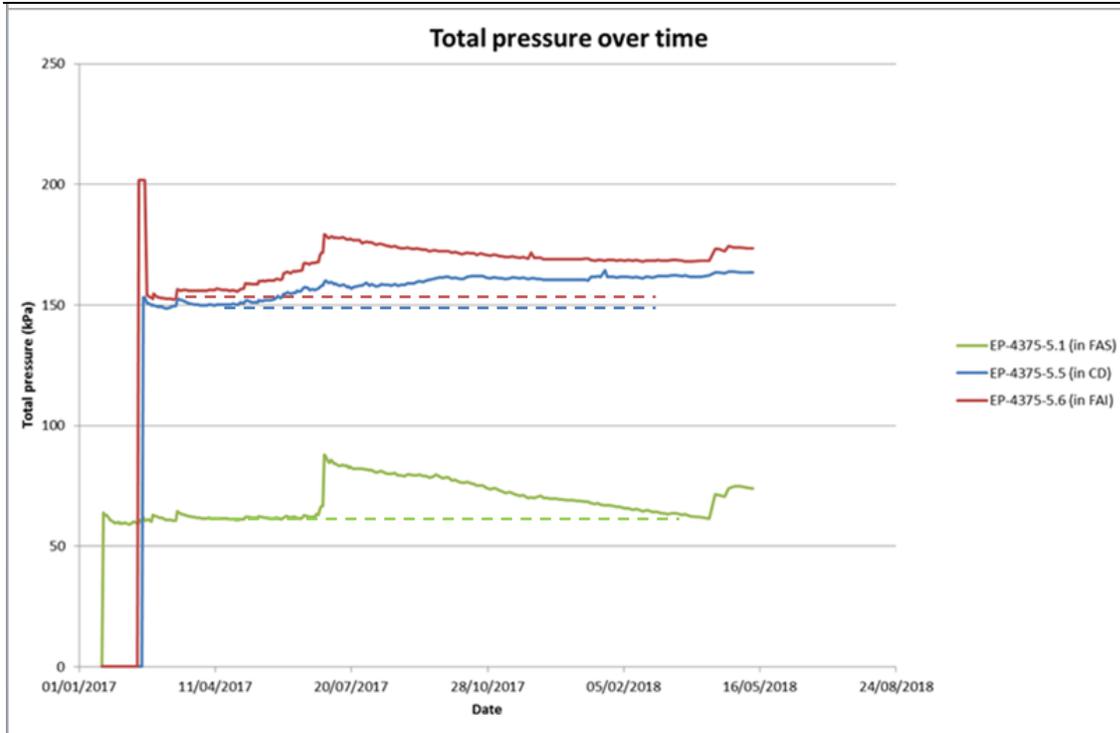


Figura 15: Presión total a lo largo del tiempo (corregido para asentamiento) e indicación de uso

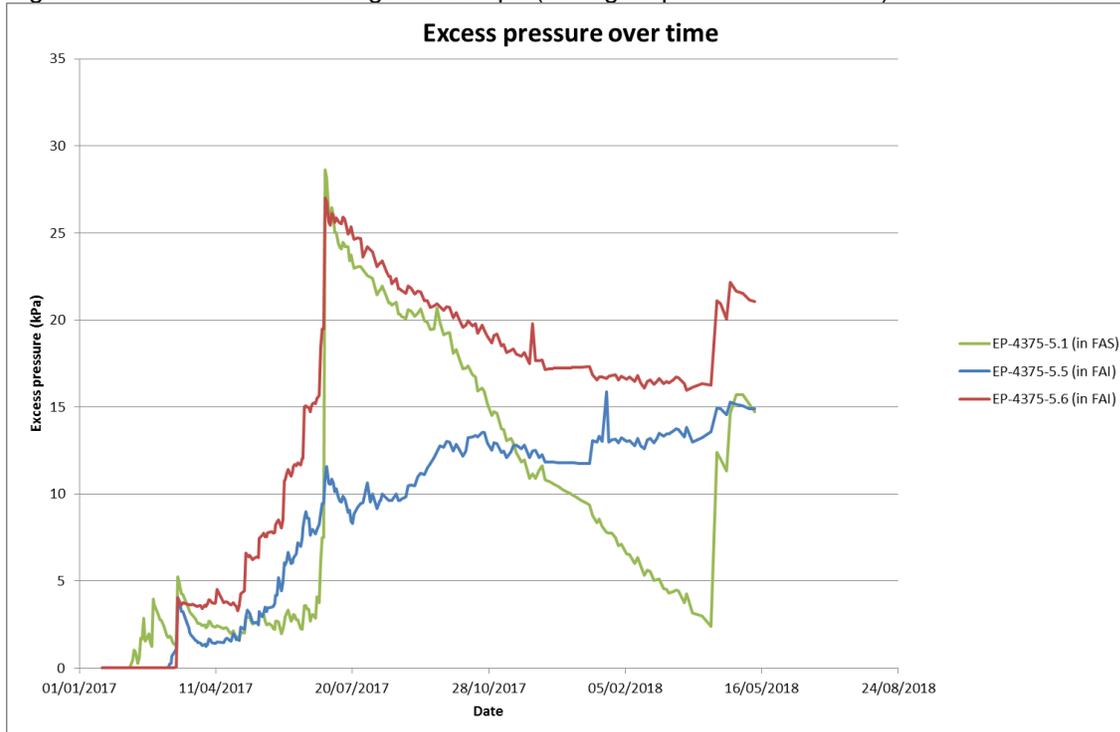


Figura 16: Exceso de presión a lo largo del tiempo

La línea de tiempo estimada de presión será la base para el cálculo del grado de consolidación (U). El U se presenta después de la aplicación del 2do metro de

sobrecarga y con la carga equivalente 8tomando en cuenta ese metro de tezontle que será sumergido durante el asentamiento). La carga aplicada es:

$$1\text{m de tezontle sumergido} + 1\text{m de tezontle seco} + 2\text{m de sobrecarga} = 1\text{m} * (14.5-10)\text{kN/m}^3 + 1\text{m} * 12.5\text{kN/m}^3 + 2\text{m} * 18\text{kn/m}^3 = 53\text{kPa}$$

Después se define que la sobre presión máxima debido a la carga es 53kPa. En otras palabras, la presión total máxima (si no hay disipación entre los intervalos de carga) sería:

$$U_{\max} = U_o + 53\text{kPa}$$

El grado de consolidación en un momento dado se estima como:

$$U = \frac{u_{\max} - u_{\text{current}}}{u_{\max} - u_o}$$

La fórmula equivalente de los excesos de presión sería:

$$U = \frac{53\text{kPa} - u_{\text{current}}^{\text{excess}}}{53\text{kPa}}$$

Un ejemplo de derivación del grado de consolidación se presenta a través de gráficos en las figuras 23, 24 y 25. El trazo de la presión corregida es utilizado para derivar el exceso de presión y el grado de consolidación. El trazo del grado de consolidación es aplicable para las fechas después del comienzo del 2do metro de sobrecarga, ya que antes de la carga aplicada, la sobre presión es mucho menor que 53kPa. Además, ha ocurrido algo de disipación cuando se aplicó la sobrecarga, y esta es la razón de que el trazo del grado de consolidación tiene $U > 0$ en este momento.

Finalmente, se debe de mencionar que cuando se utilice un 3er metro de sobrecarga, la fórmula del U cambiará. Por lo que el U_{\max} debe de ser cambiado de acuerdo a una nueva carga y sobre presión:

$$1\text{m de tezontle sumergido} + 1\text{m de tezontle seco} + 3\text{m de sobrecarga} = 1\text{m} * (14.5-10)\text{kN/m}^3 + 1\text{m} * 12.5\text{kN/m}^3 + 3\text{m} * 18\text{kn/m}^3 = 71\text{kPa}$$

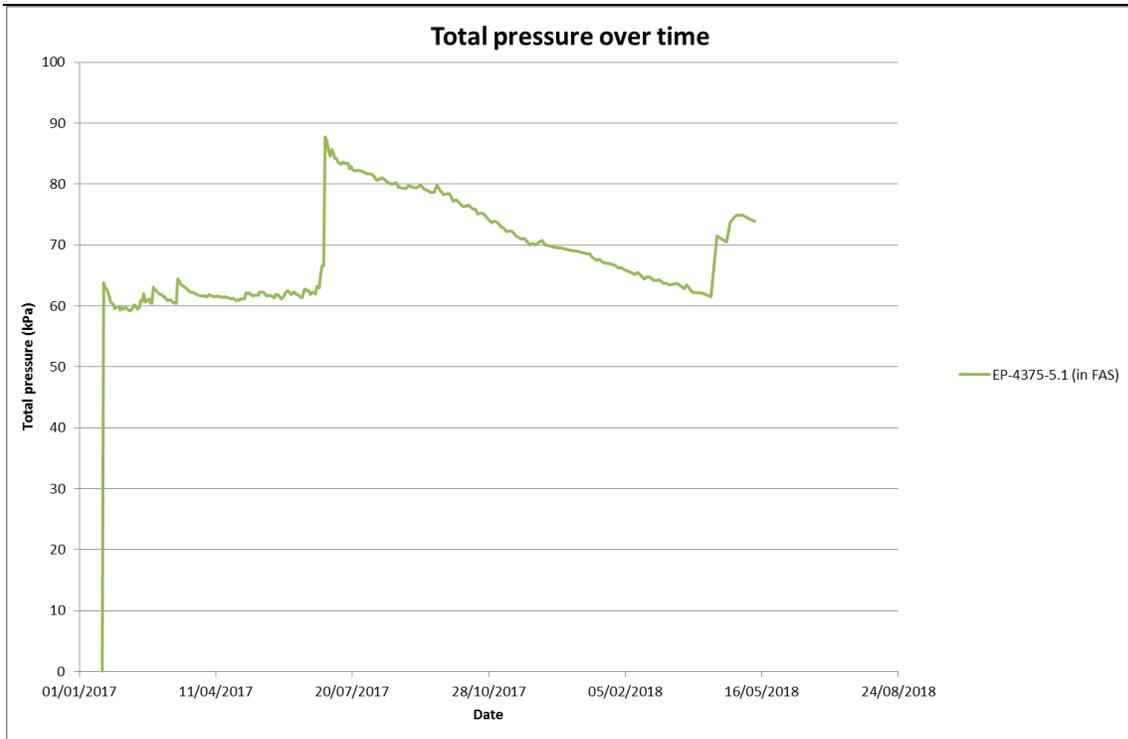


Figura 17: Ejemplo de presión total a lo largo del tiempo

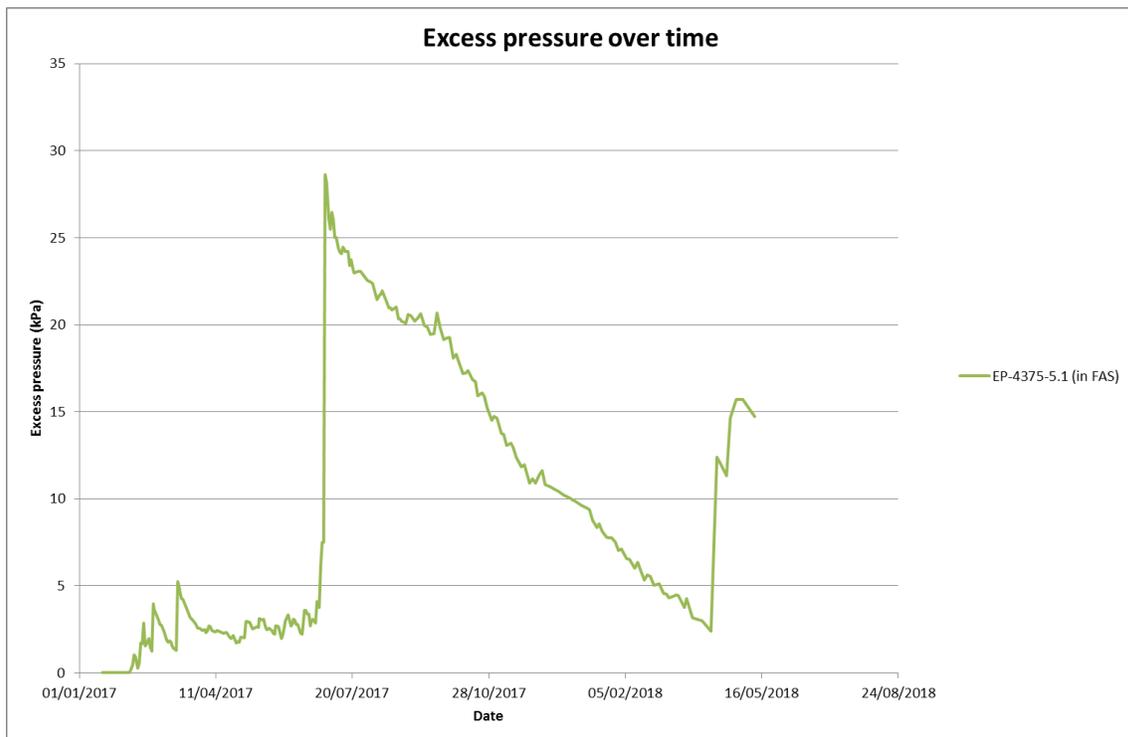


Figura 18: Ejemplo de exceso de presión a lo largo del tiempo

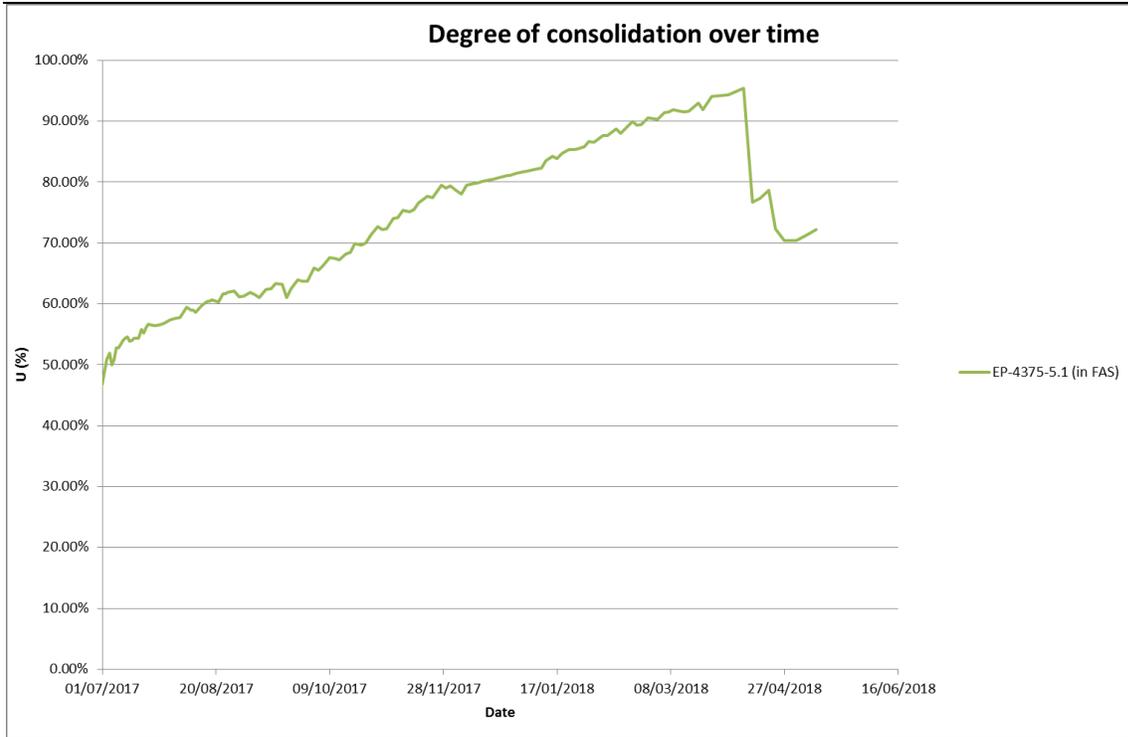
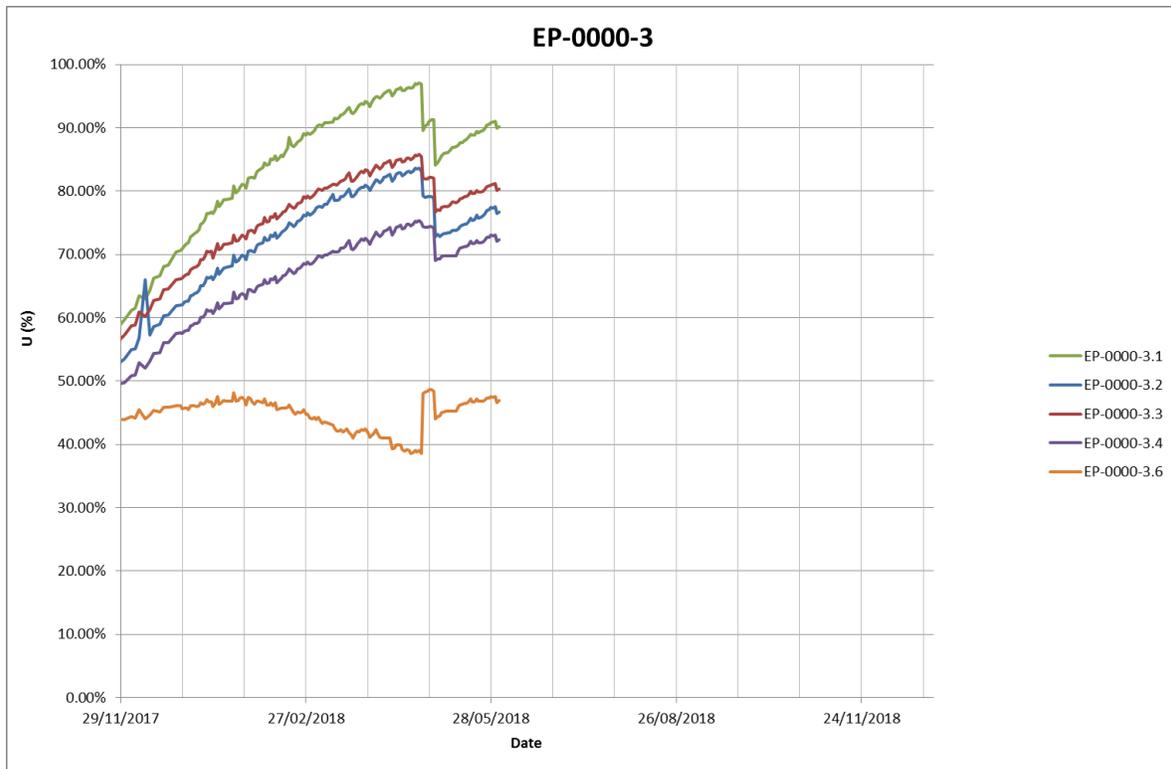
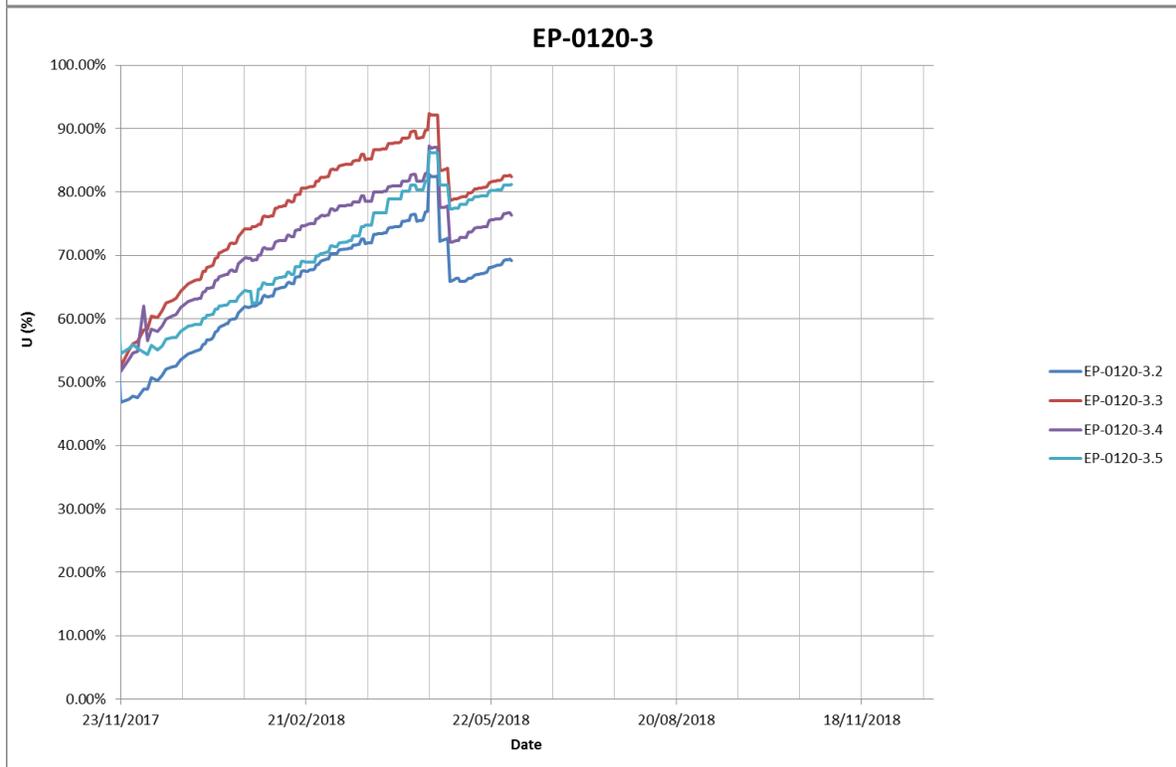
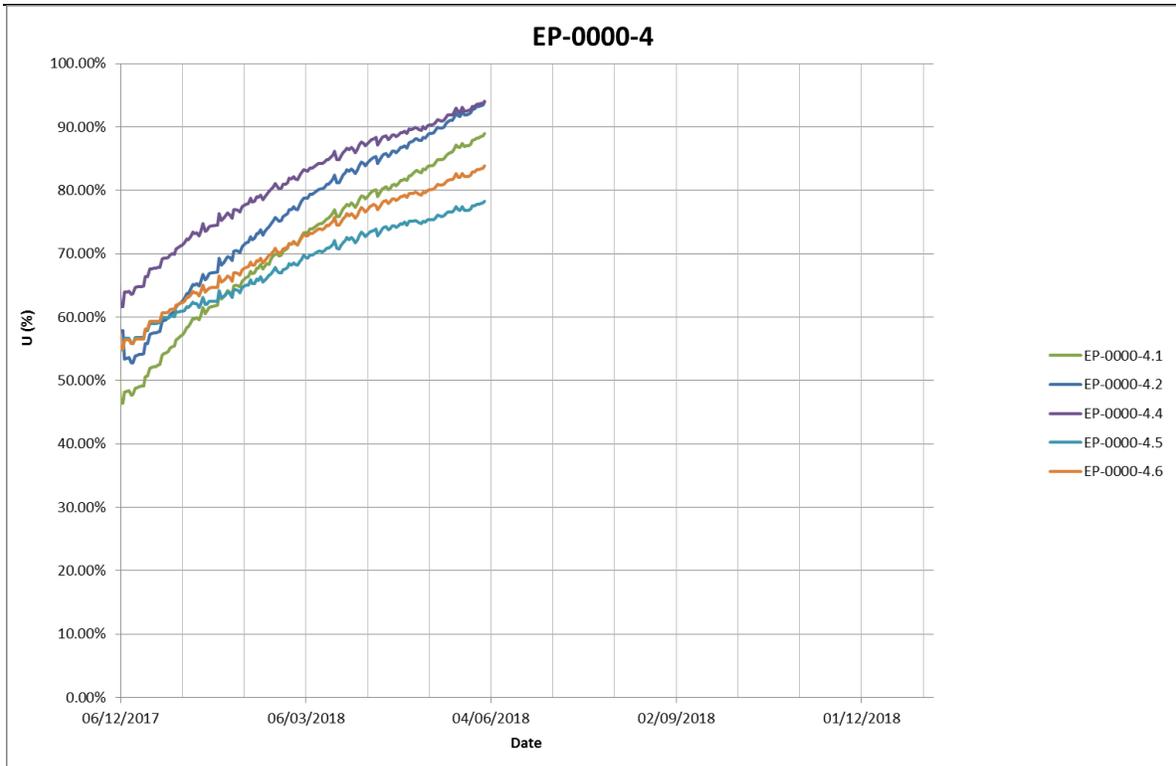
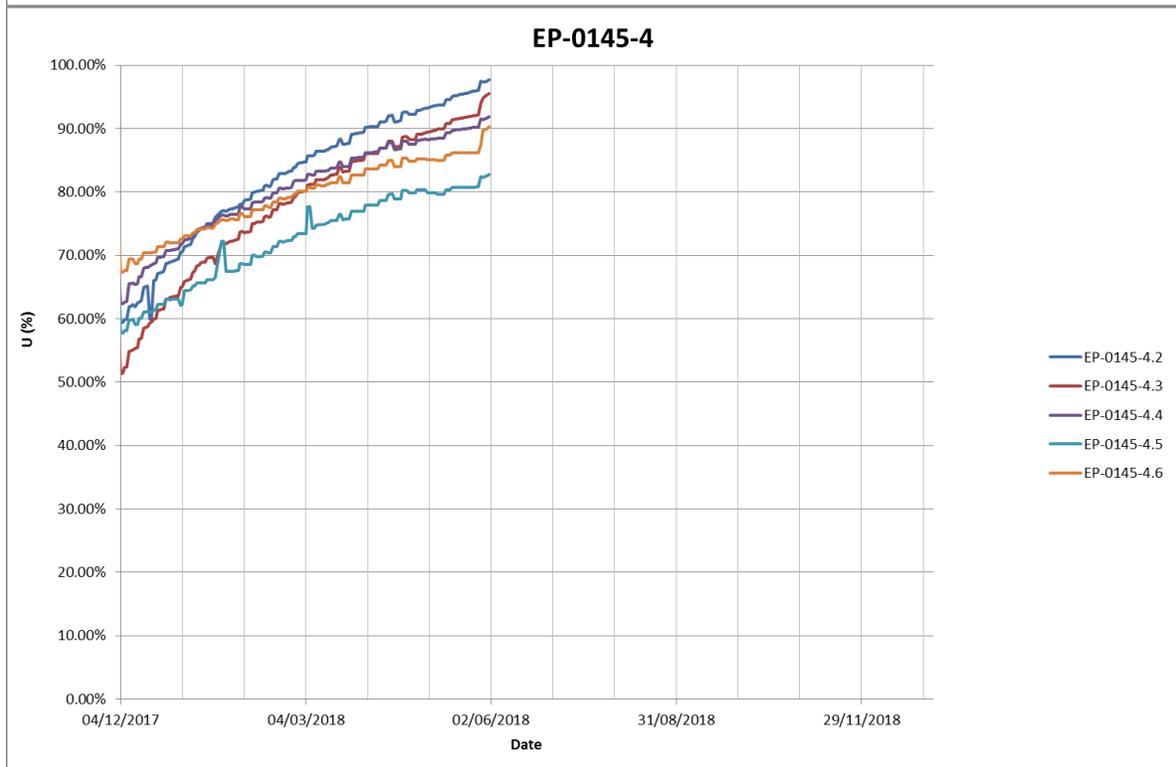
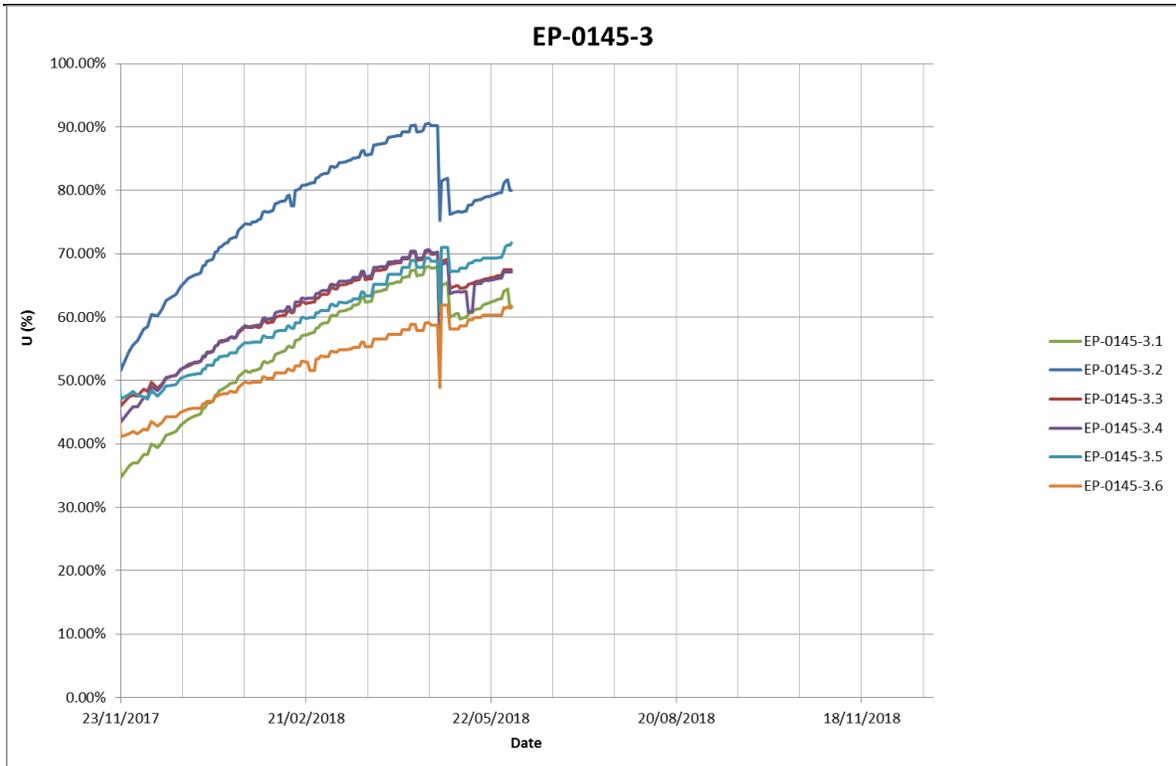


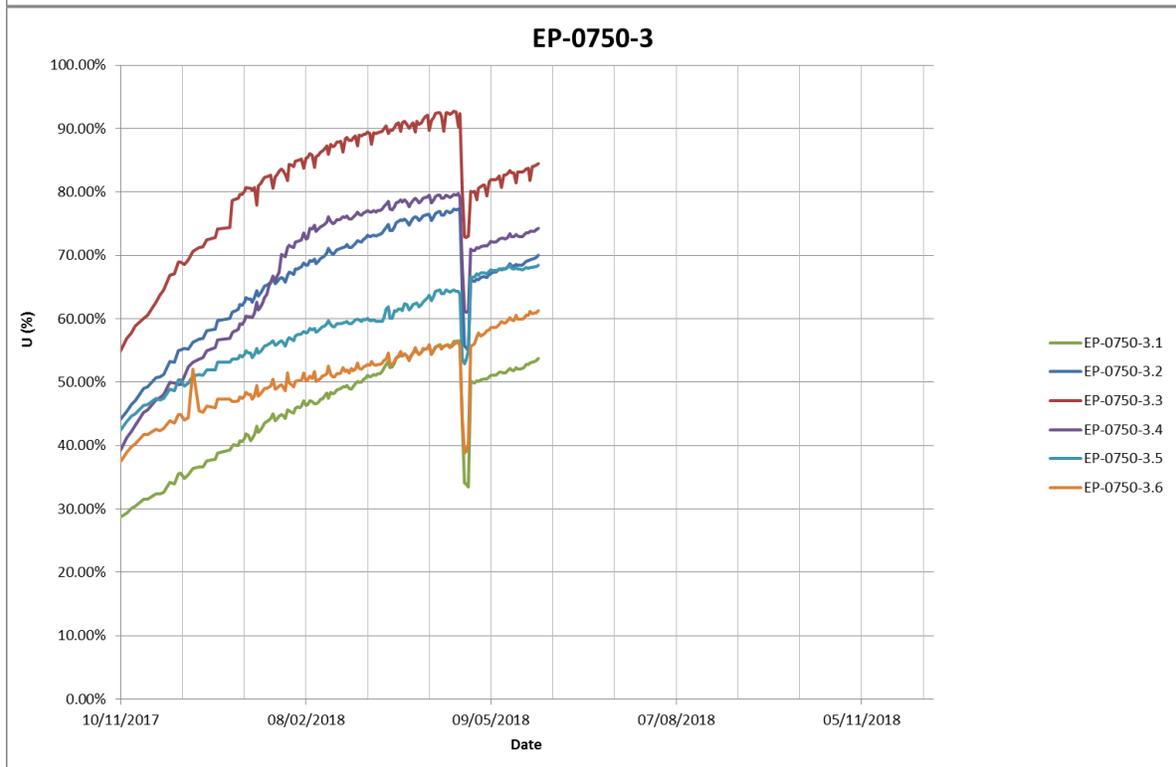
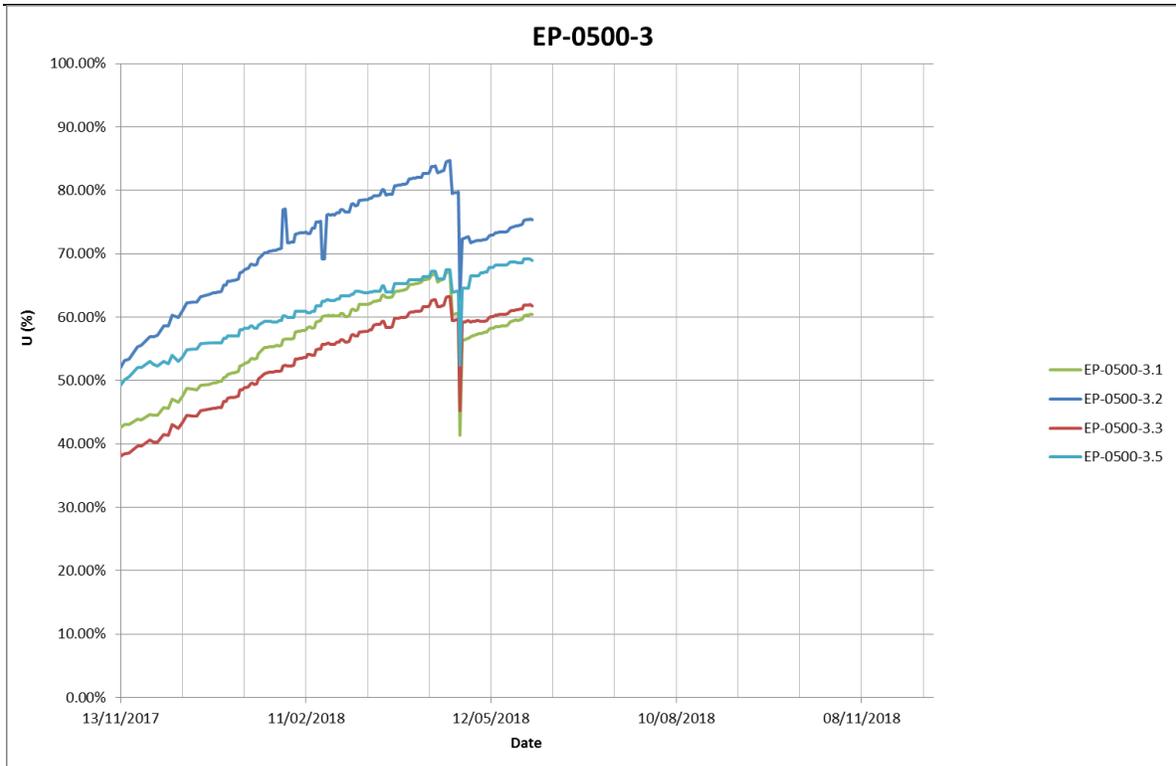
Figura 19: Ejemplo de U calculado desde el comienzo de la sobrecarga

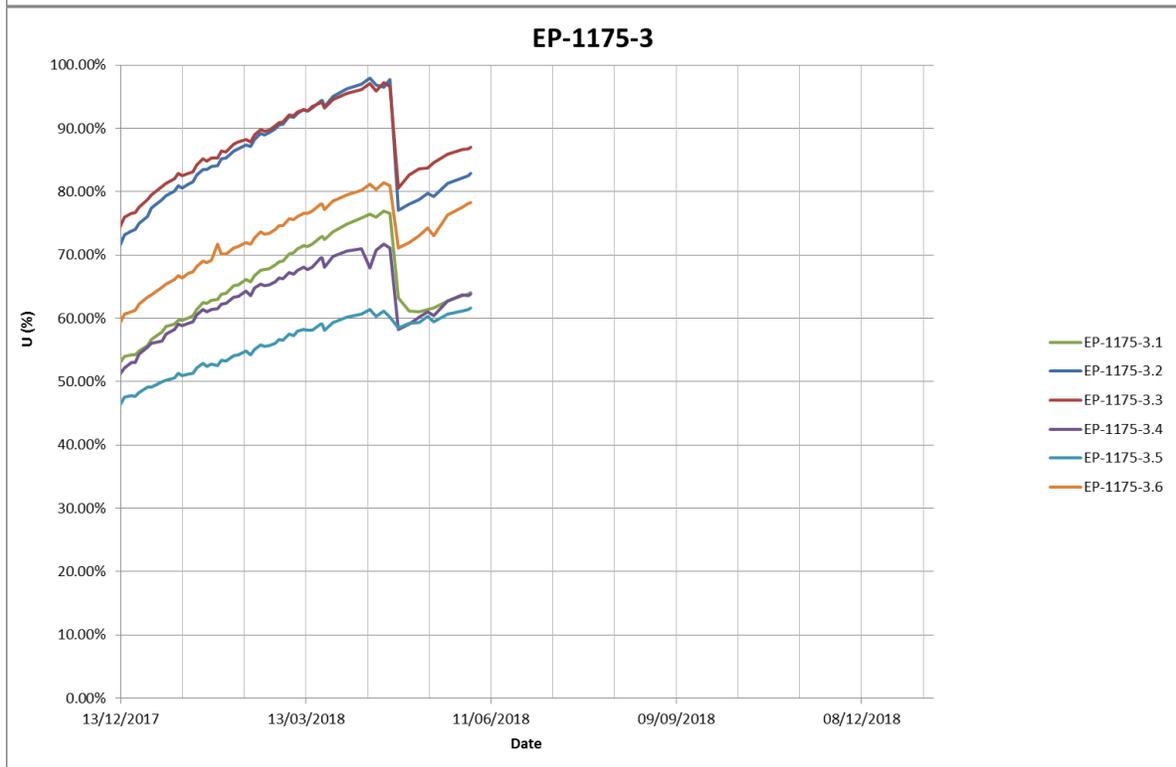
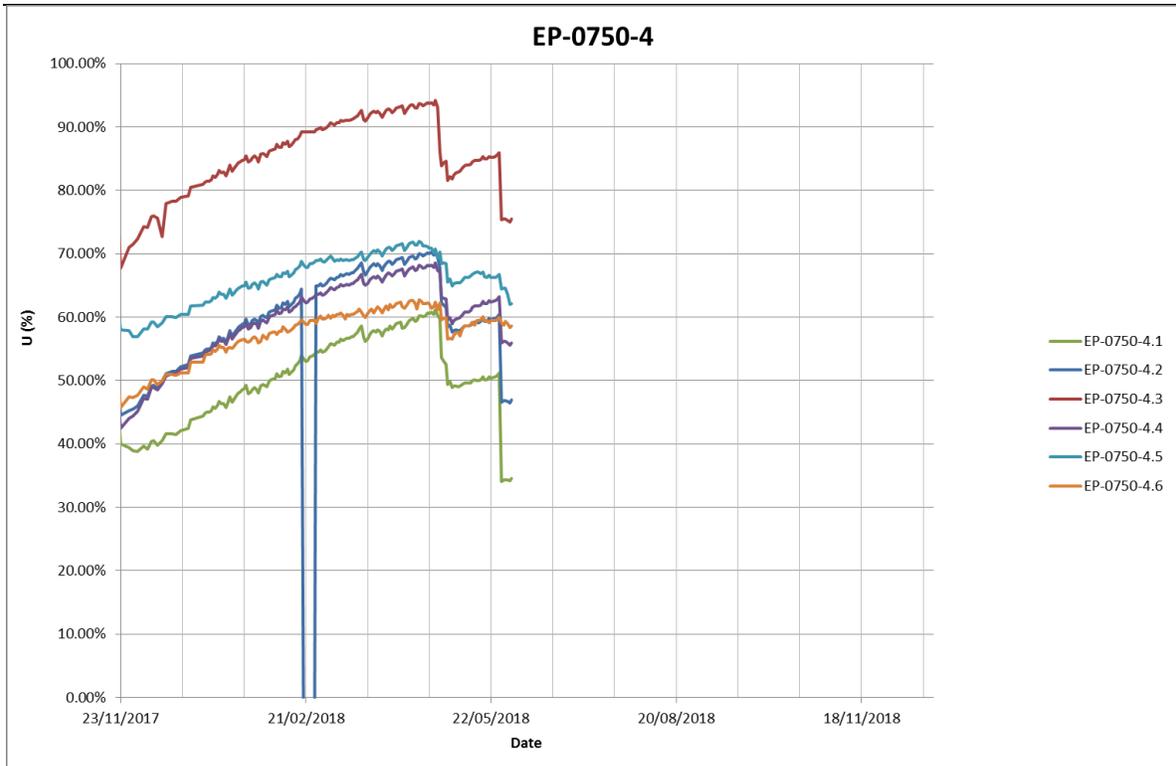
7.1 Pista 2

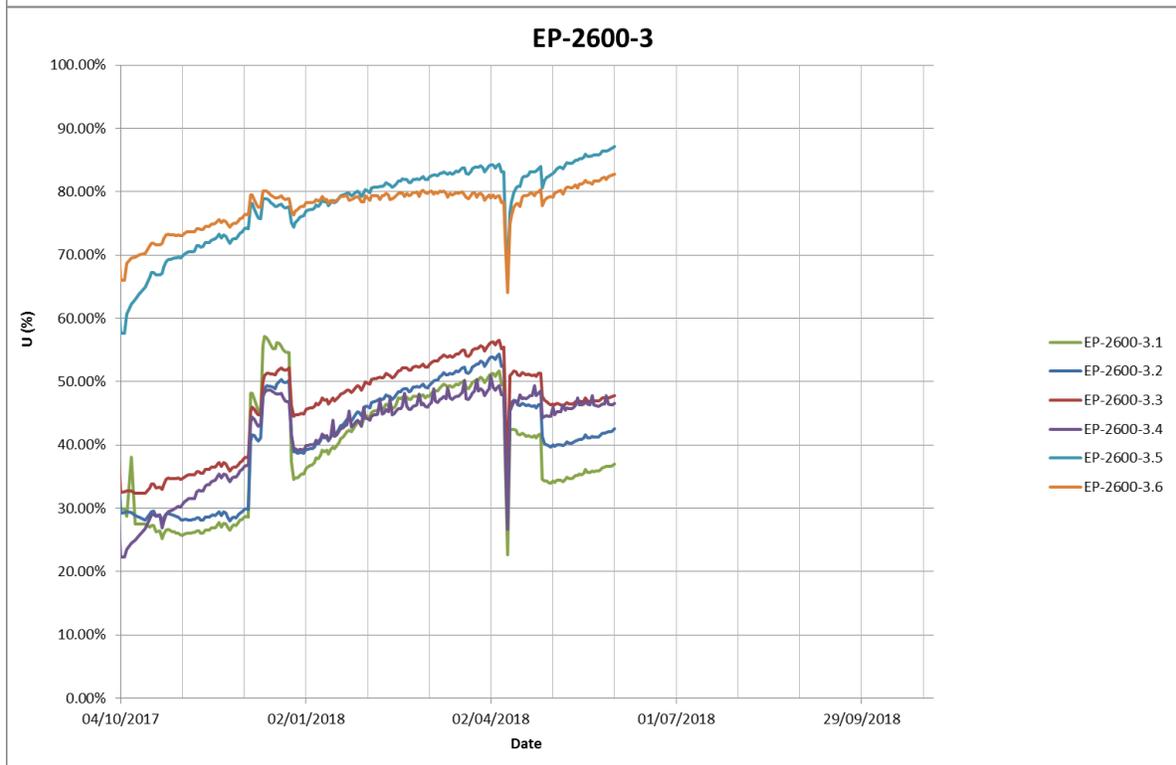
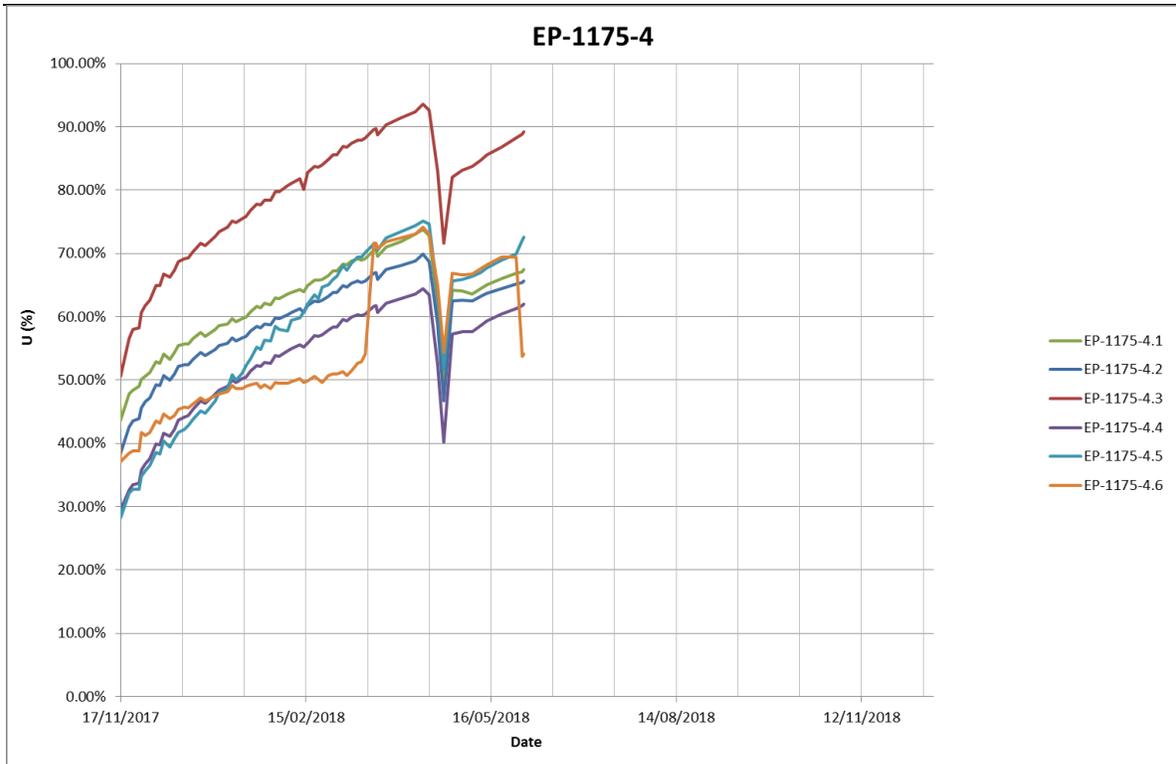


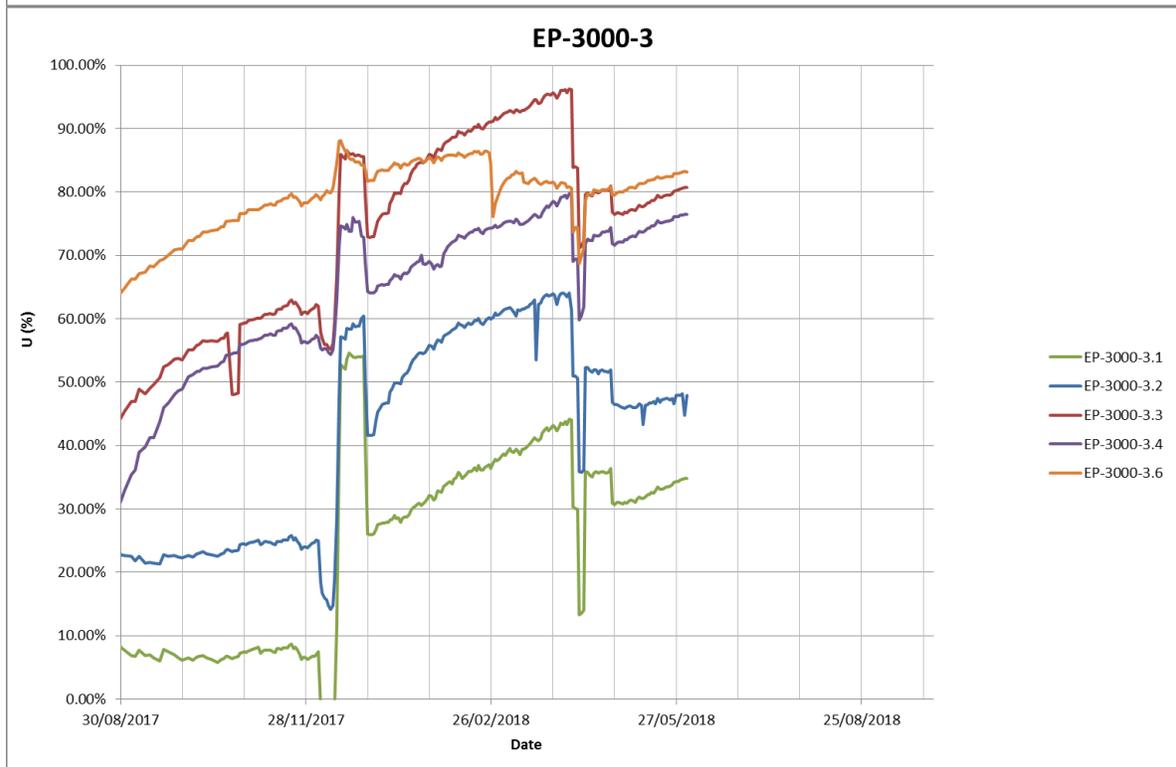
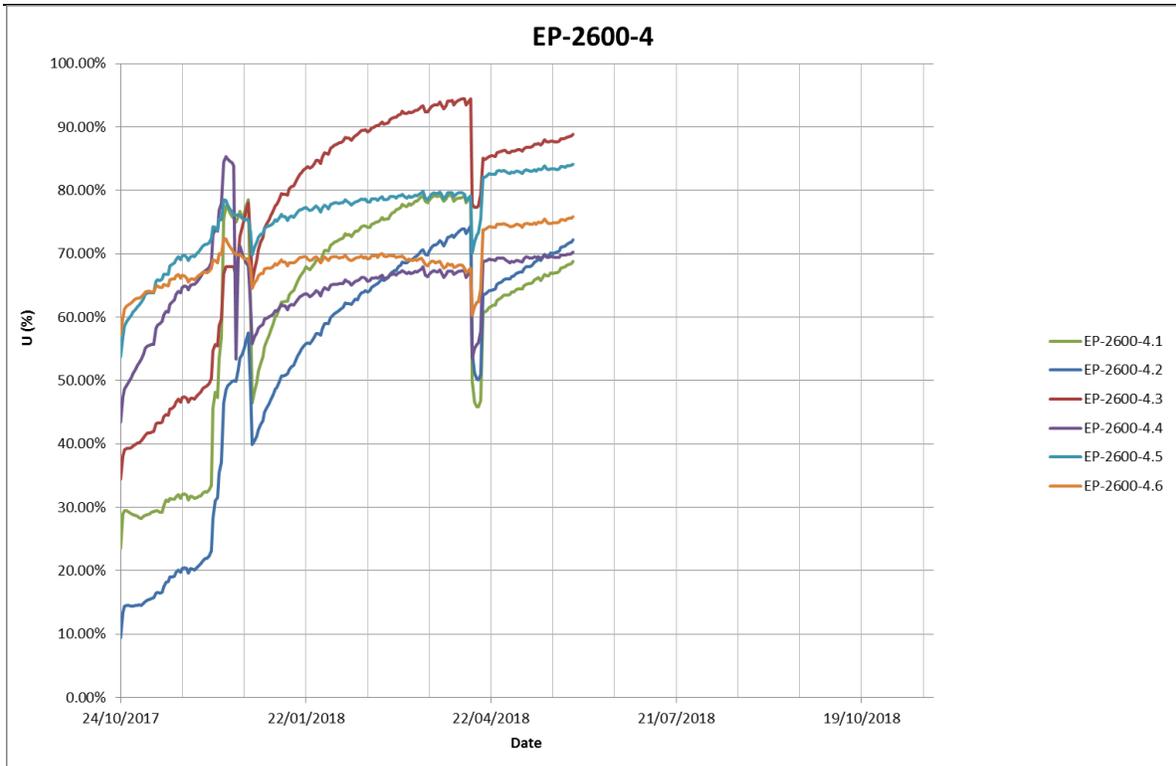


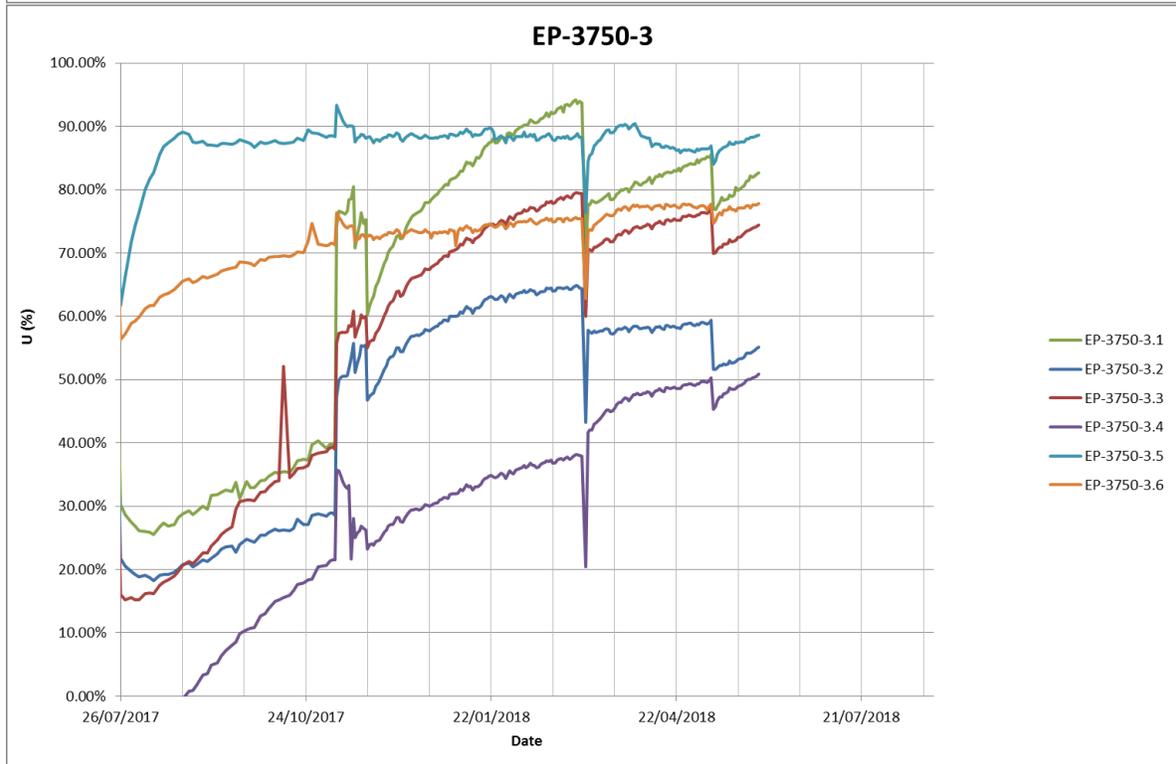
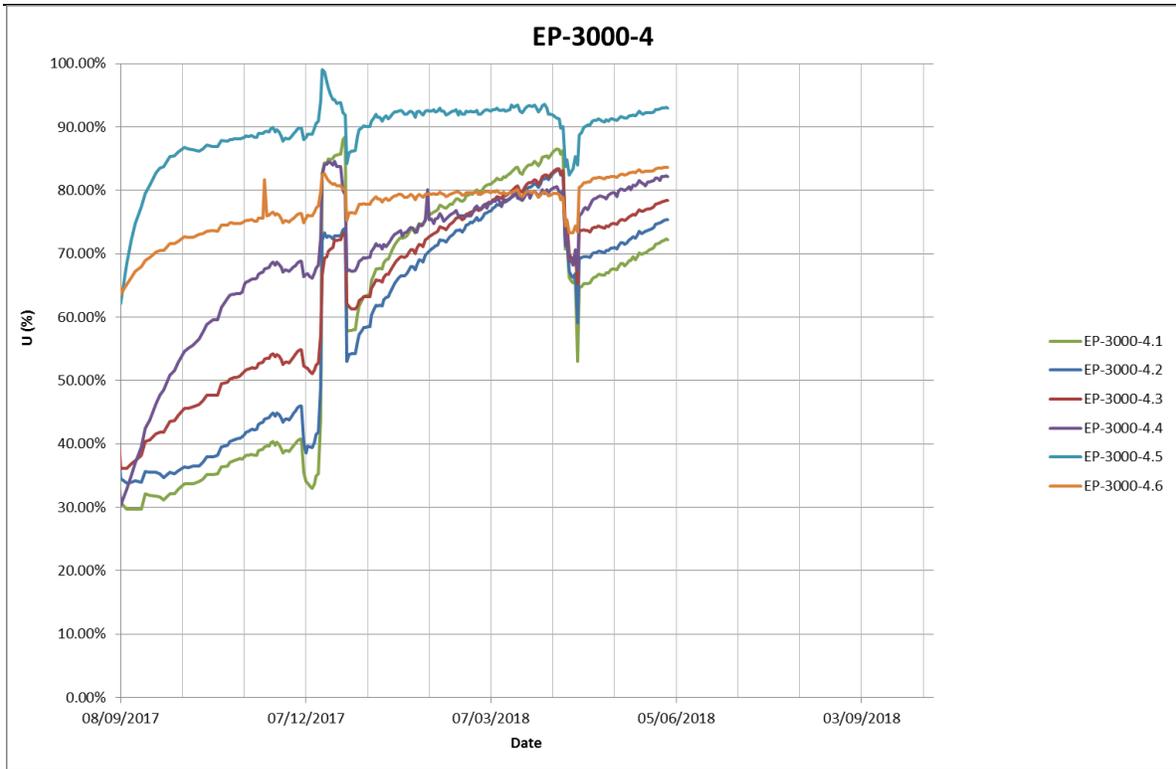


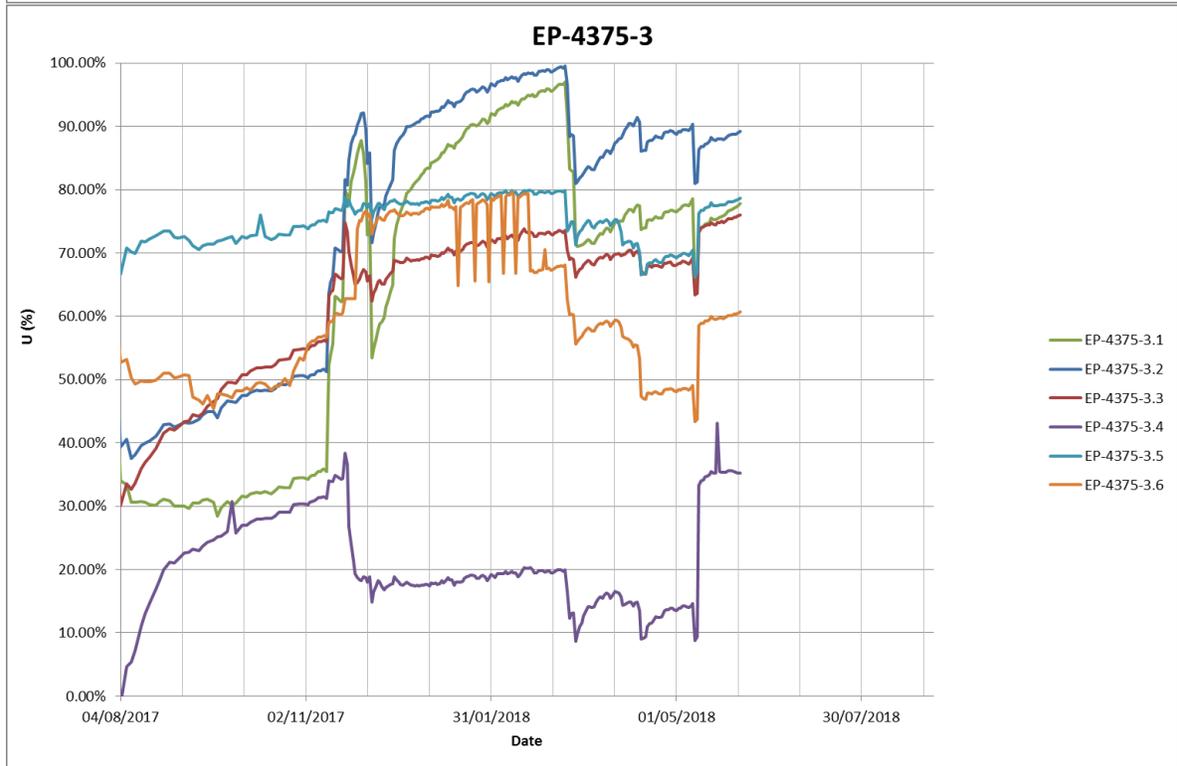
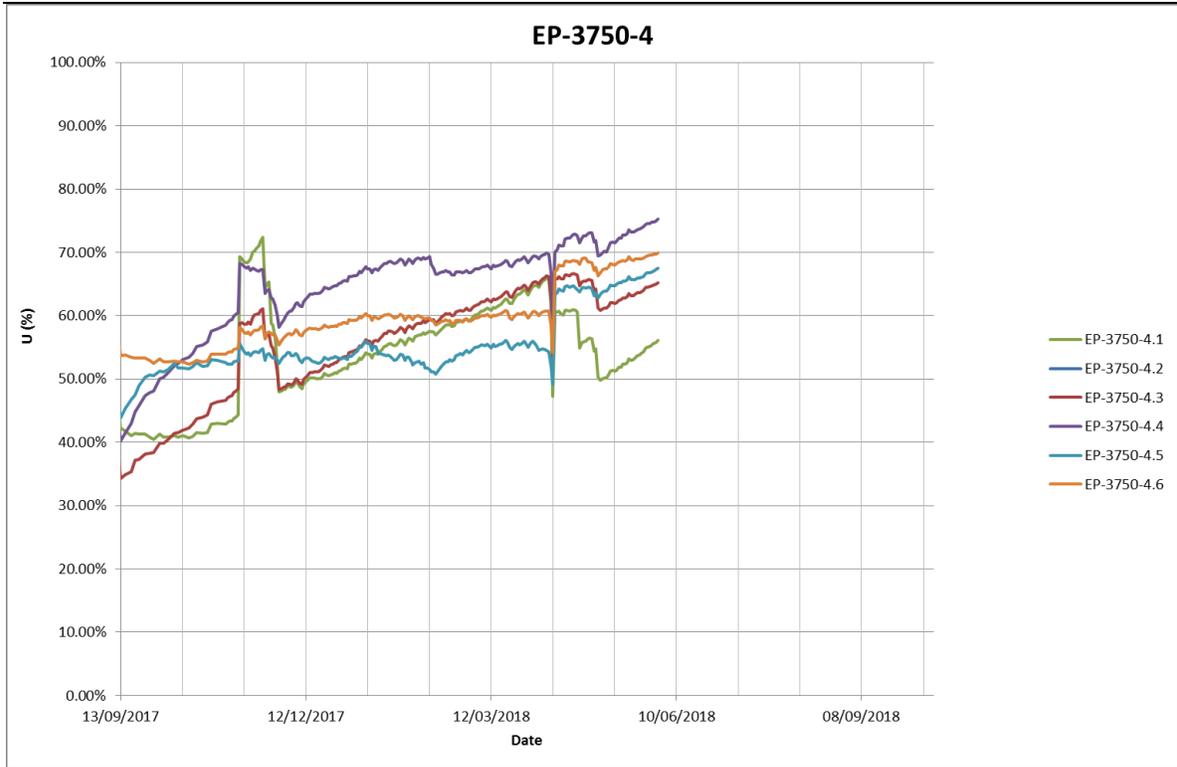


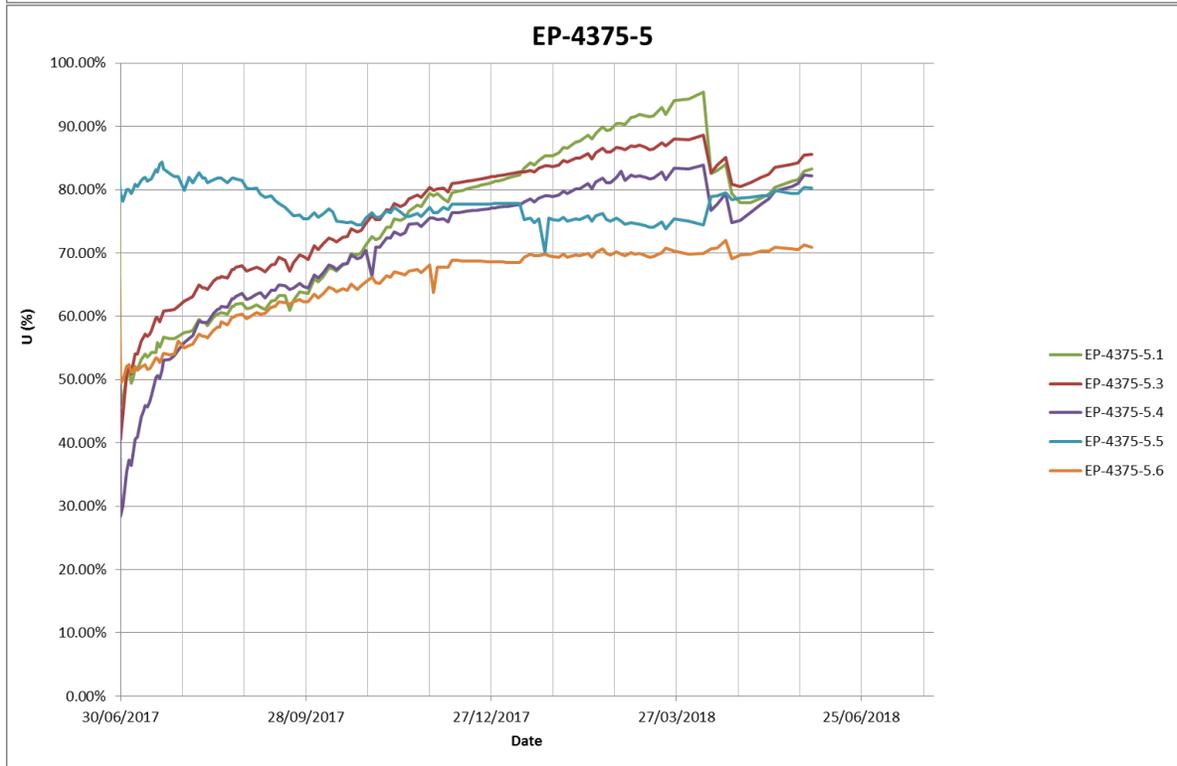
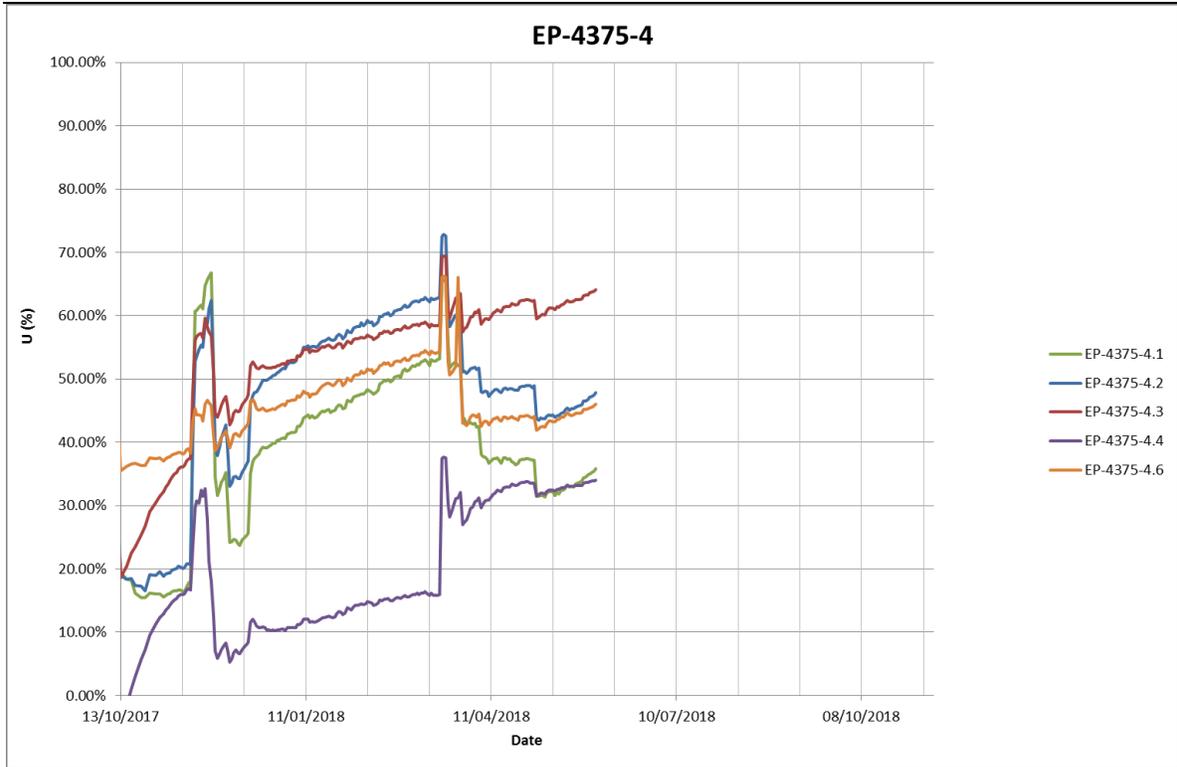


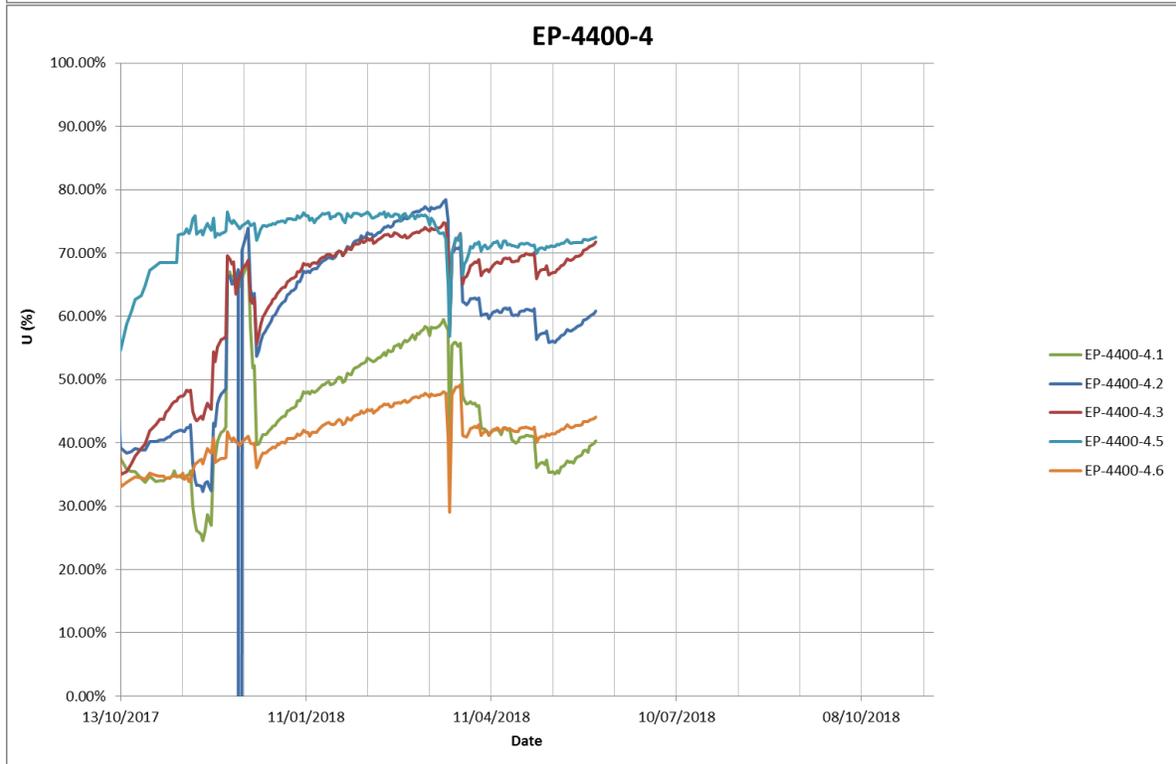
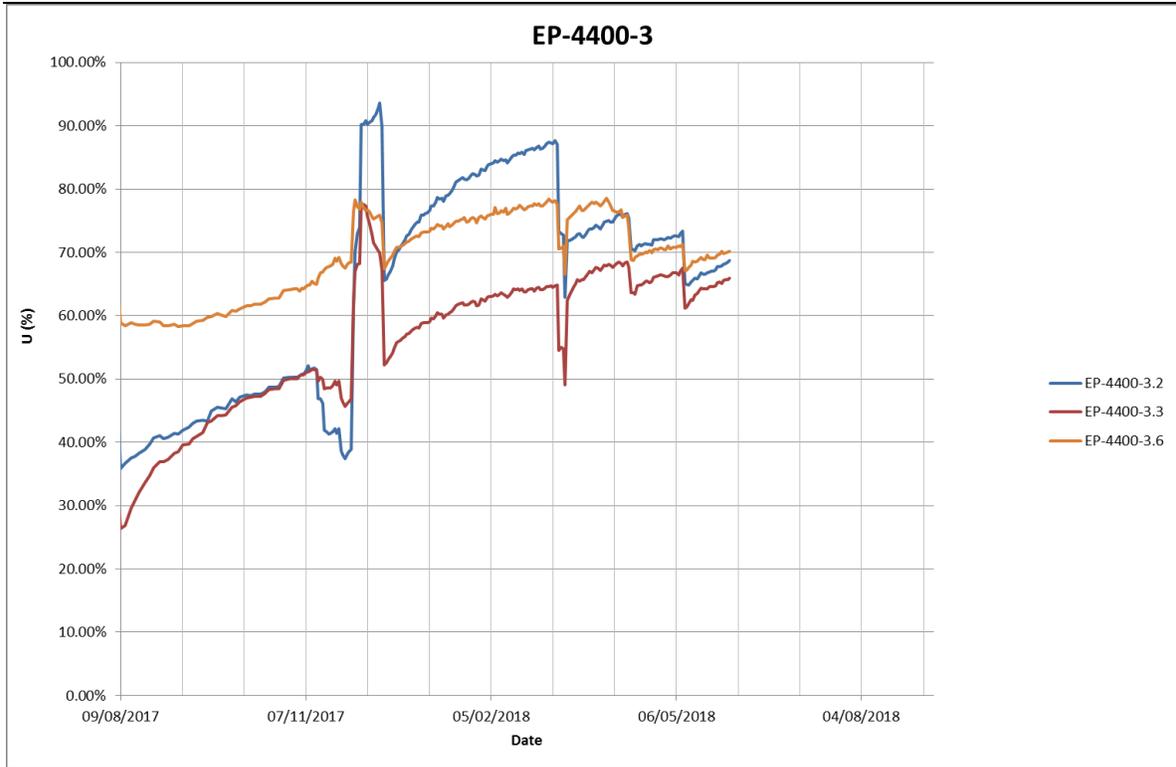


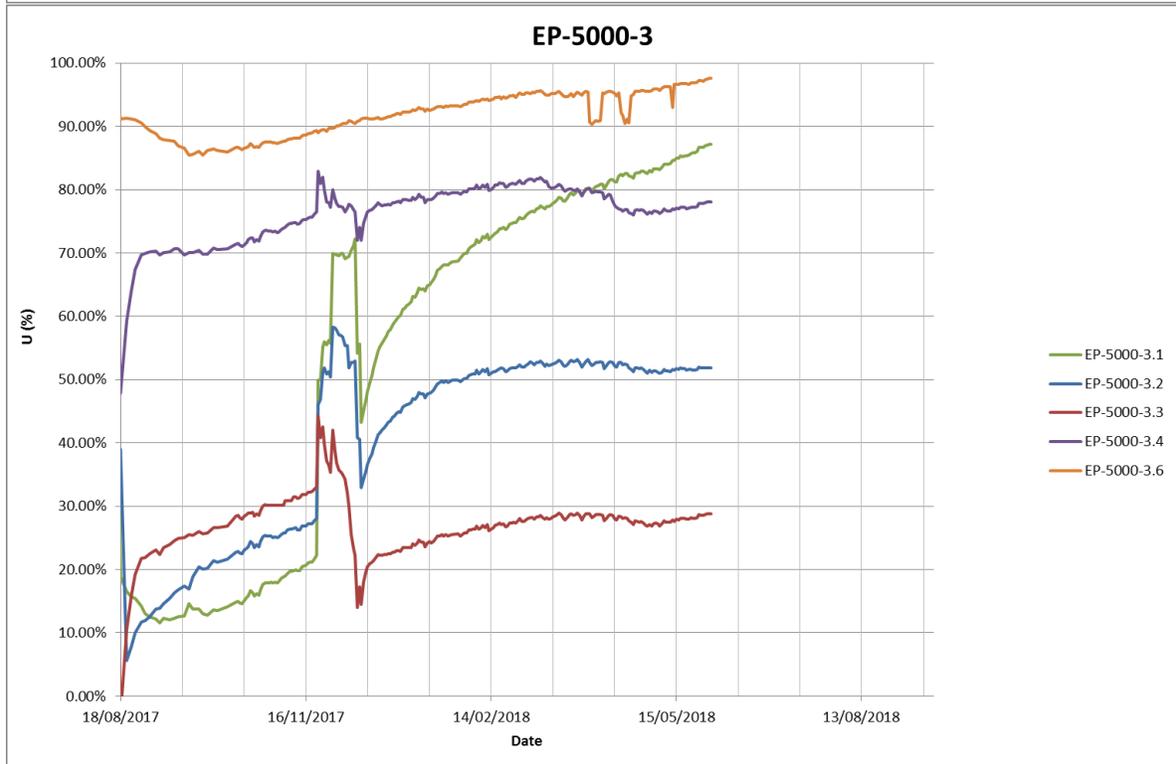
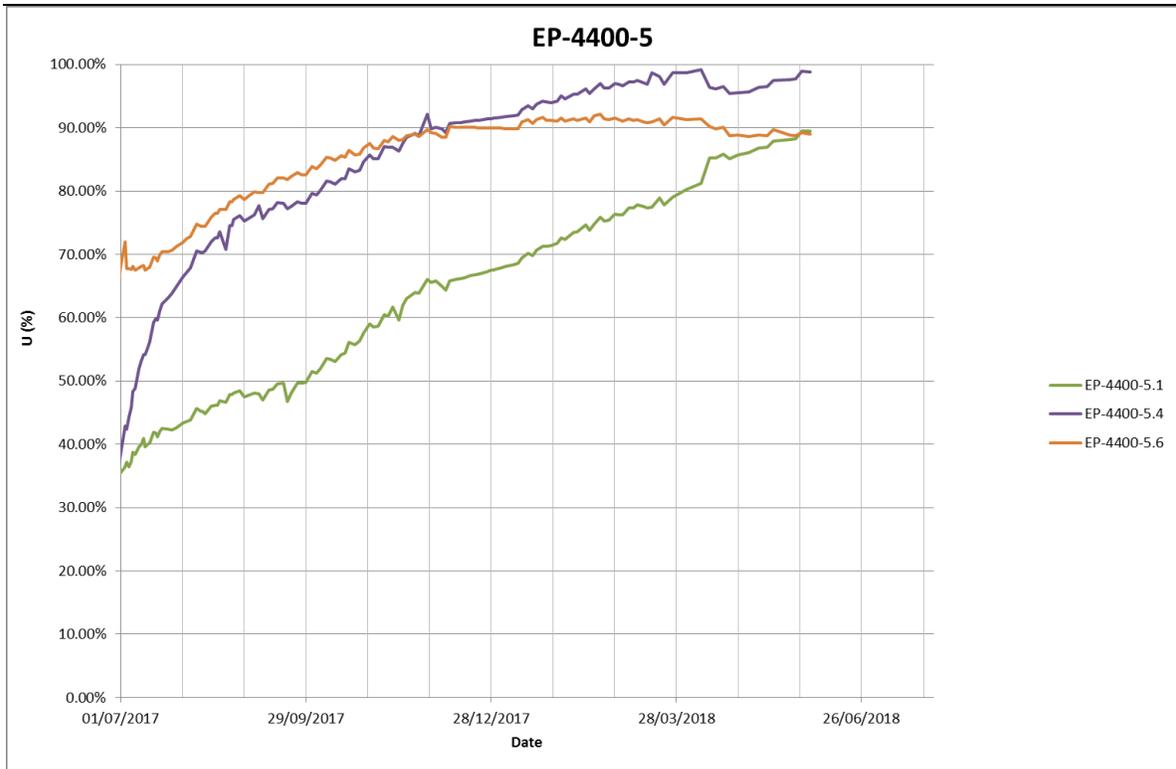


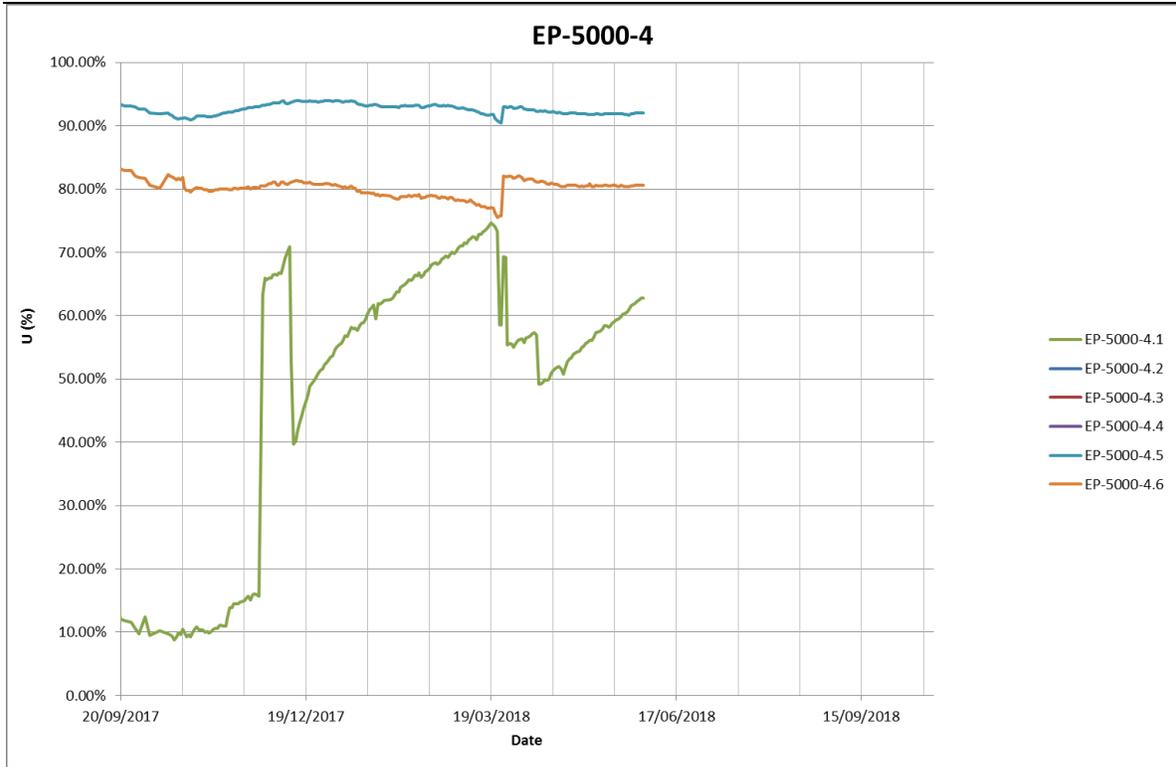




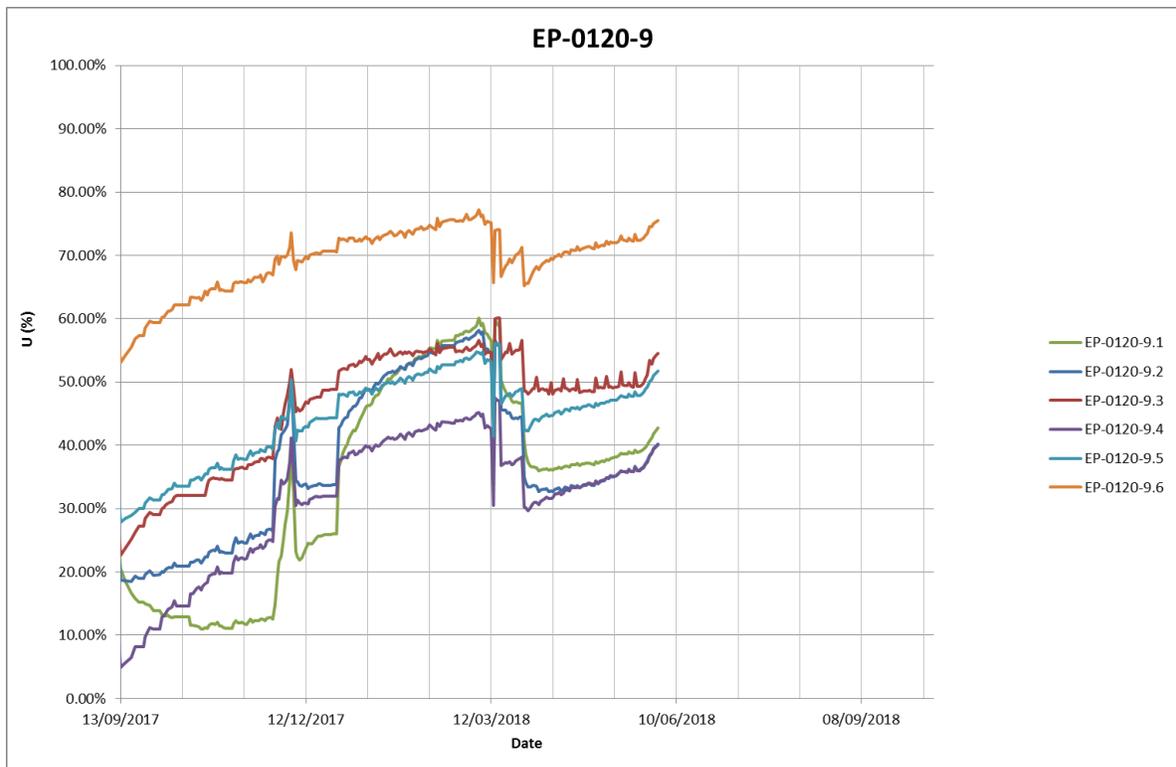


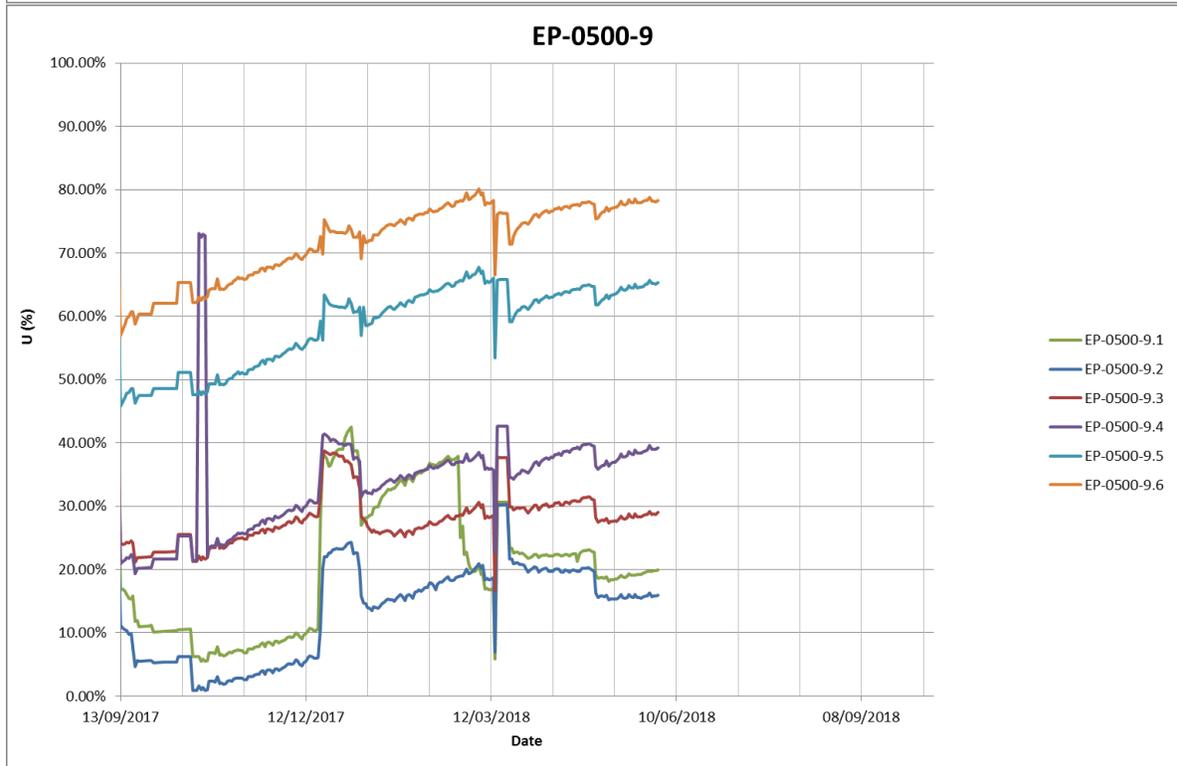
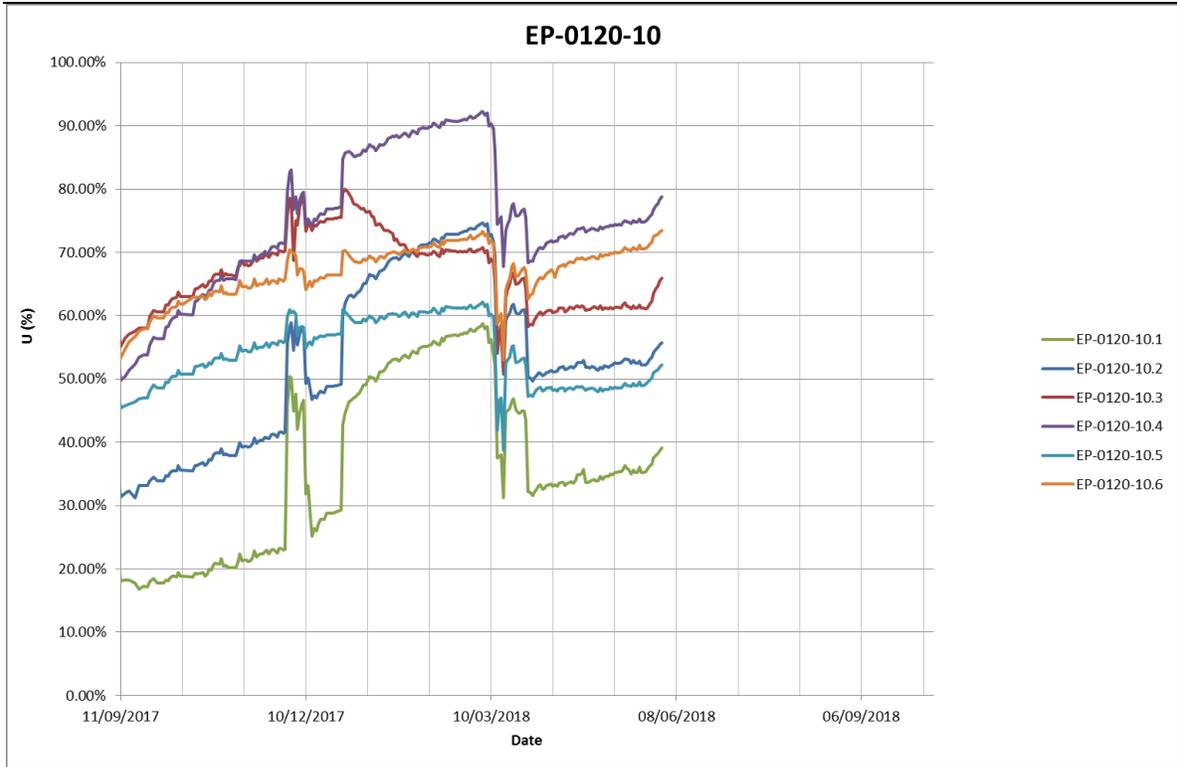


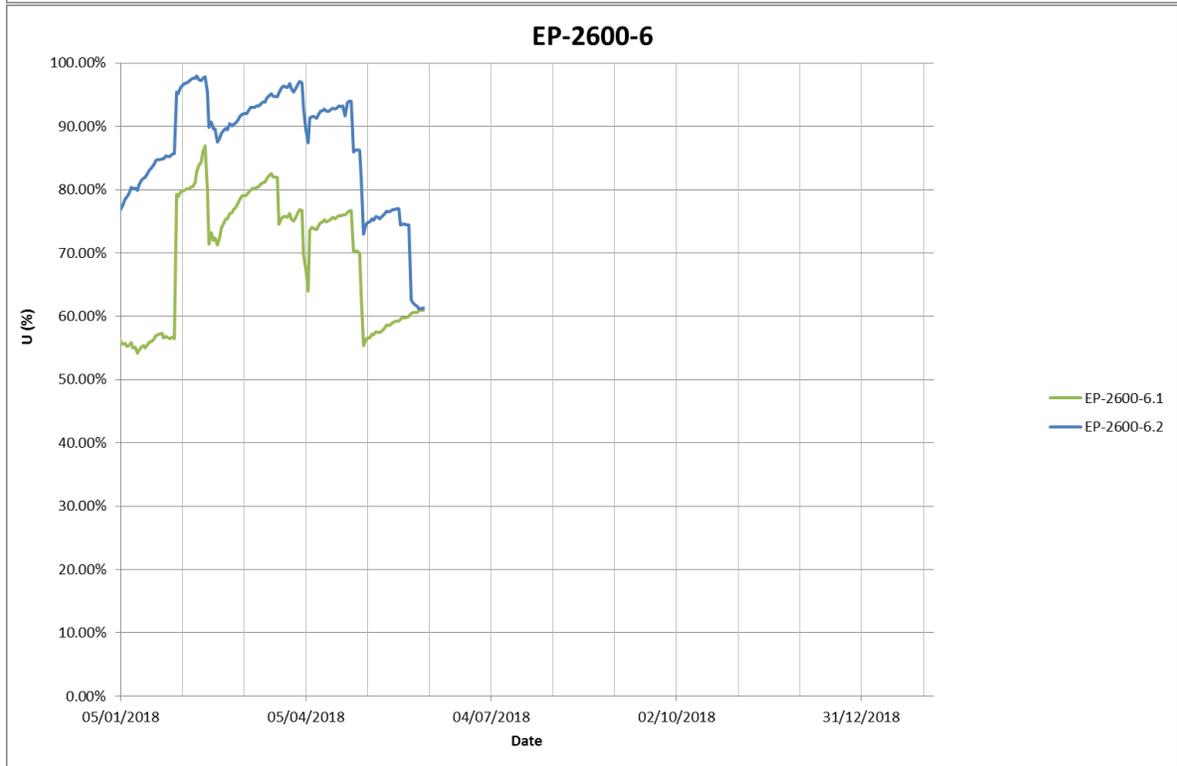
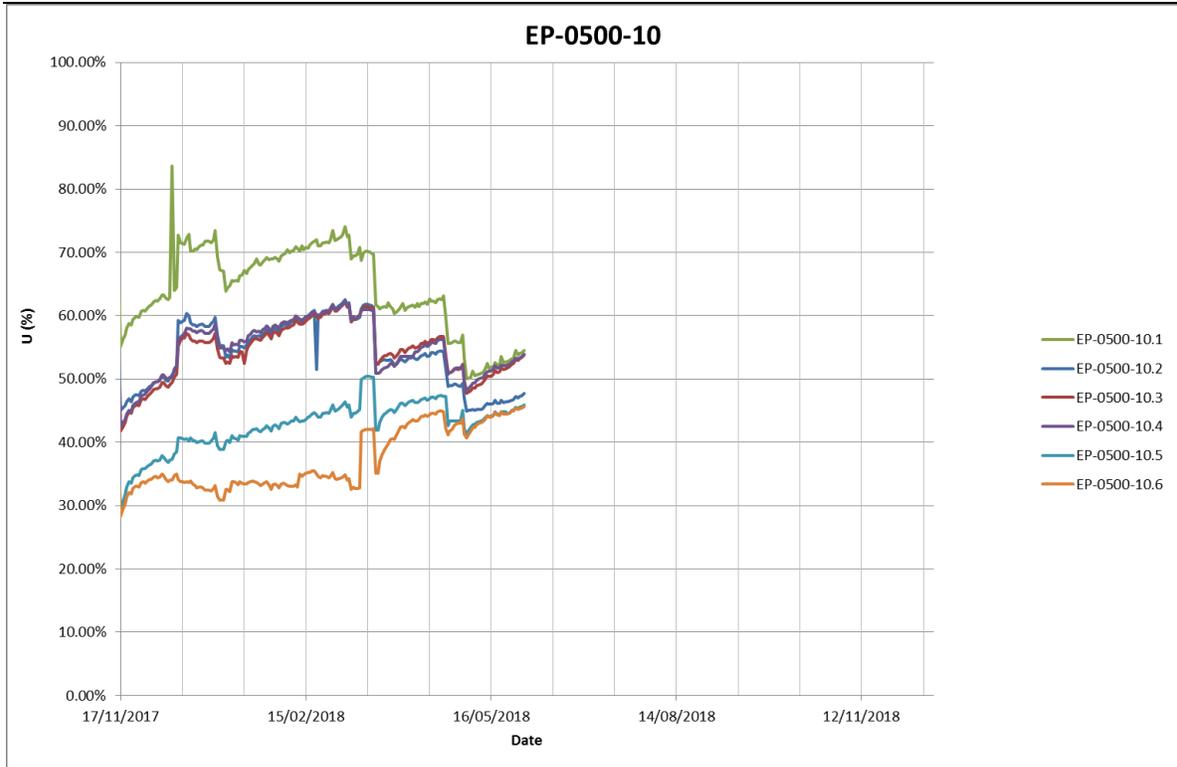


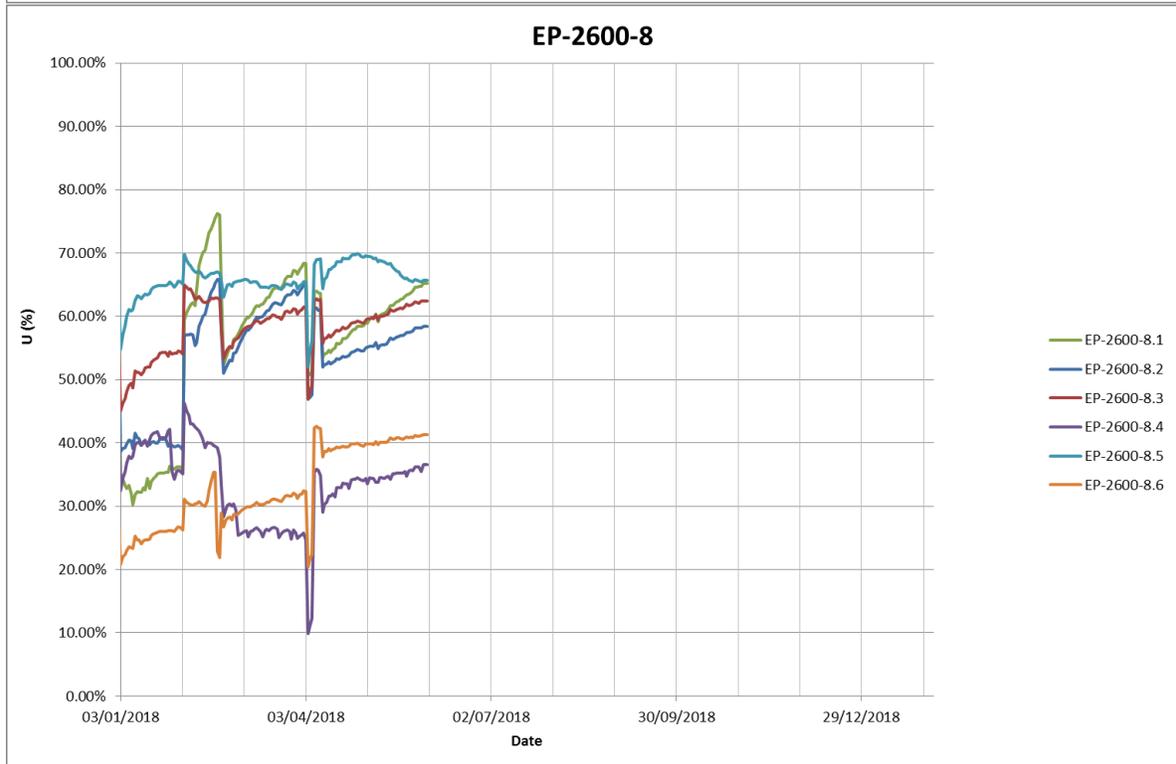
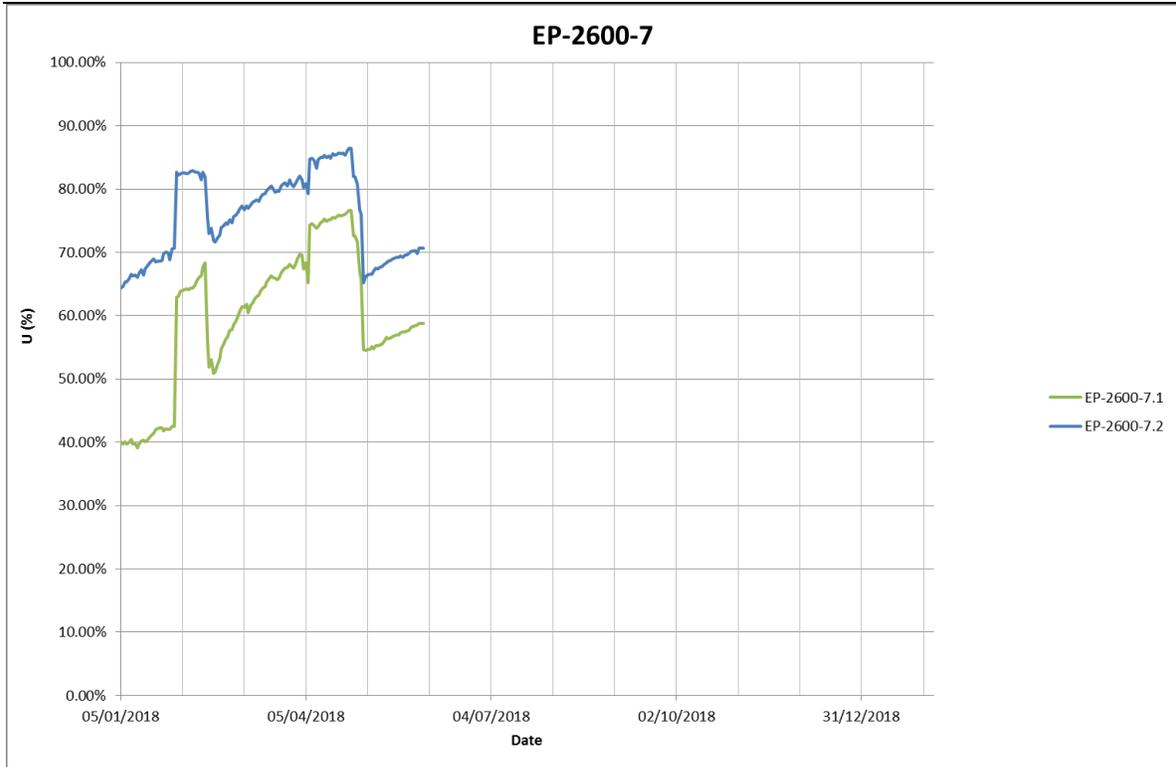


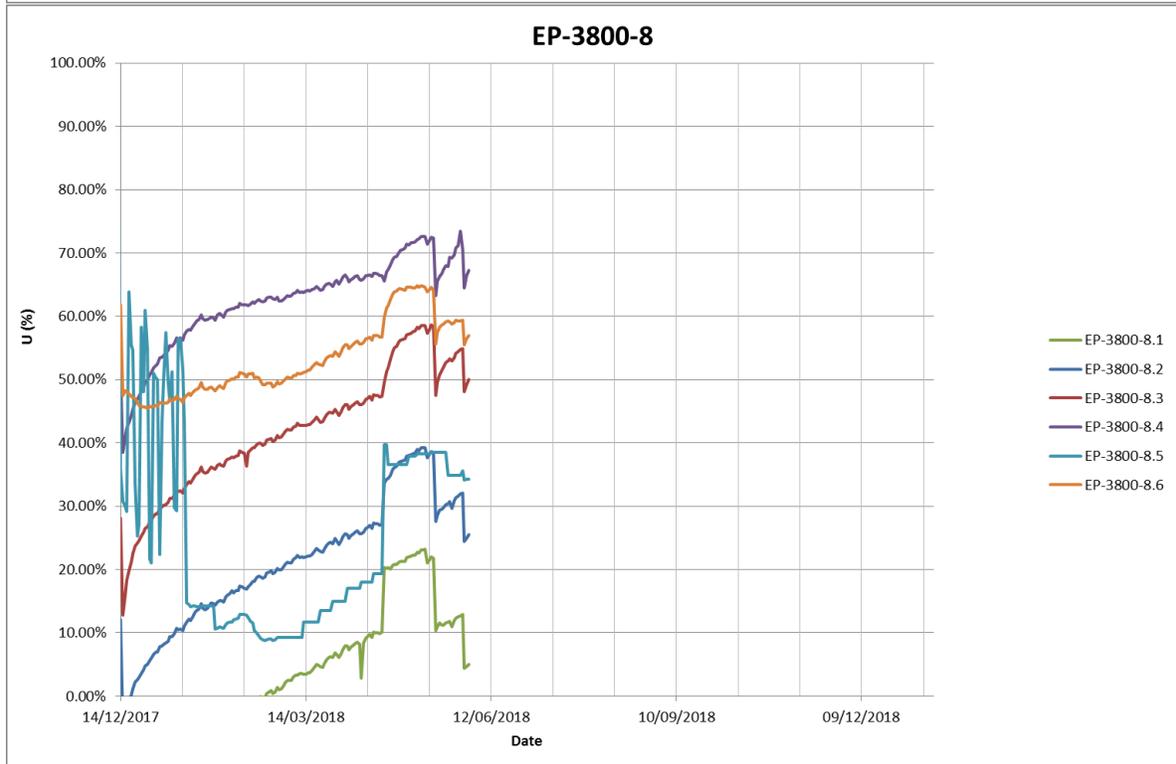
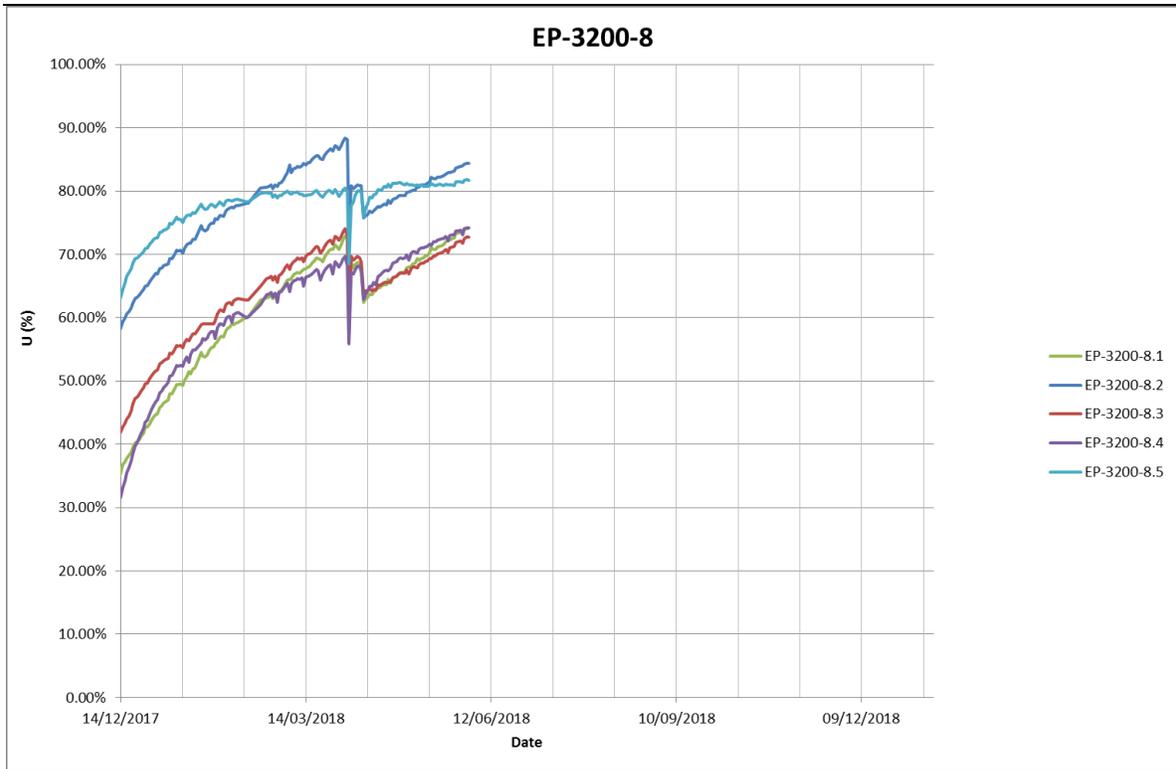
7.2 **Pista 3**

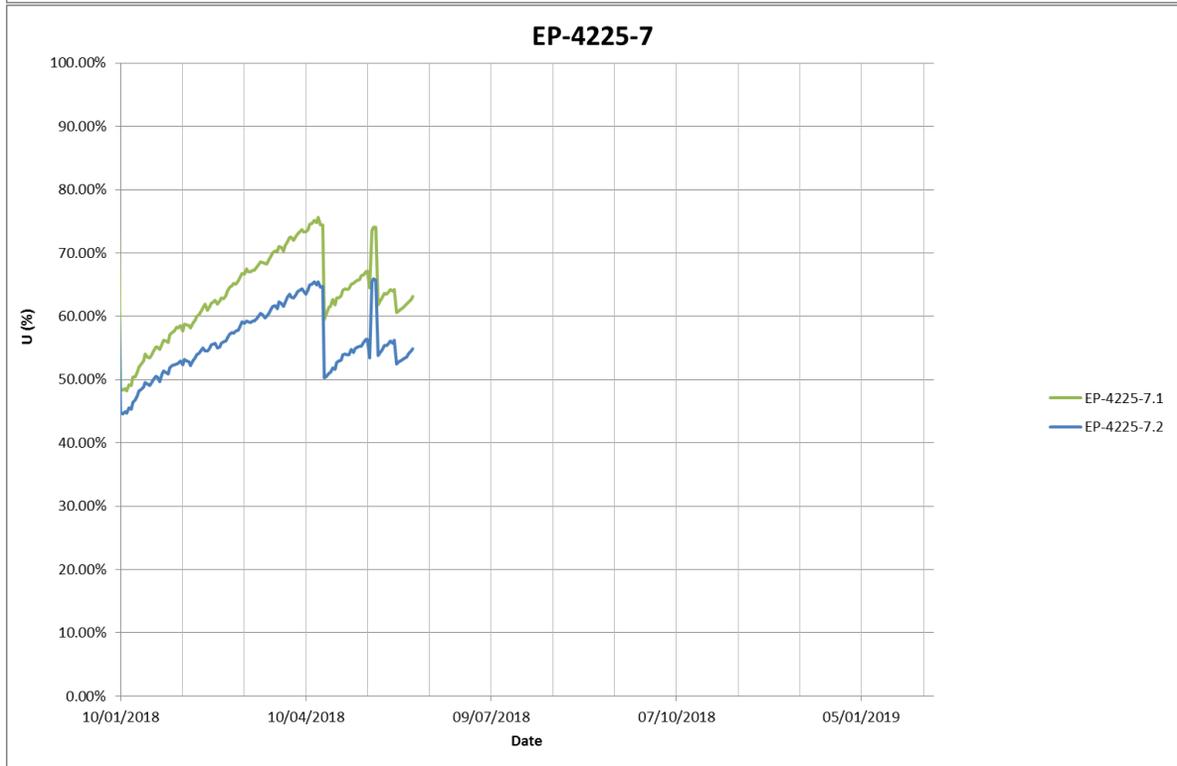
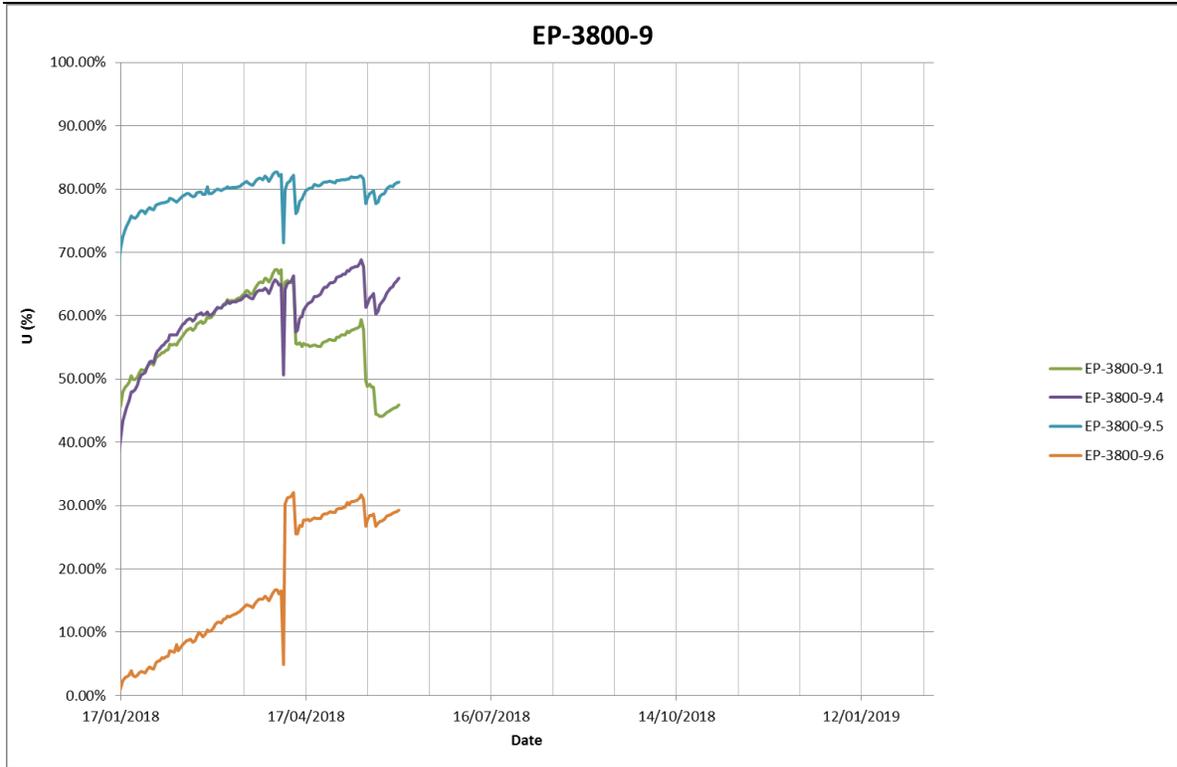


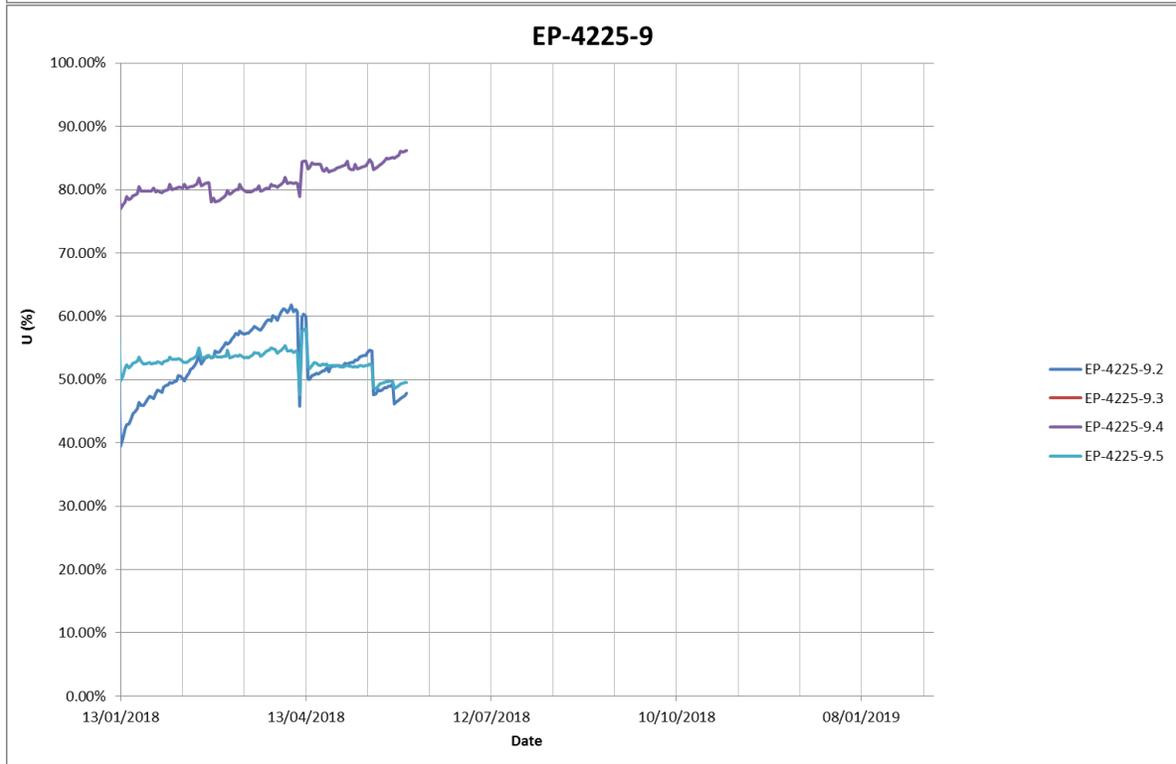
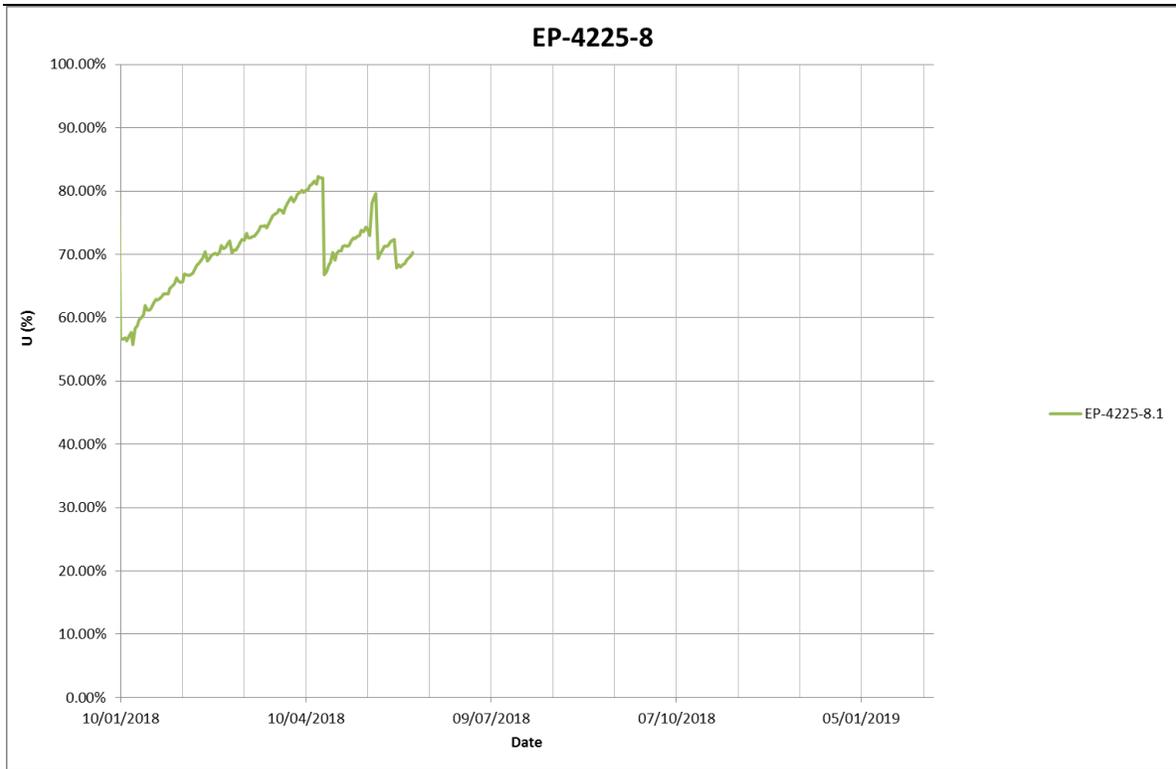


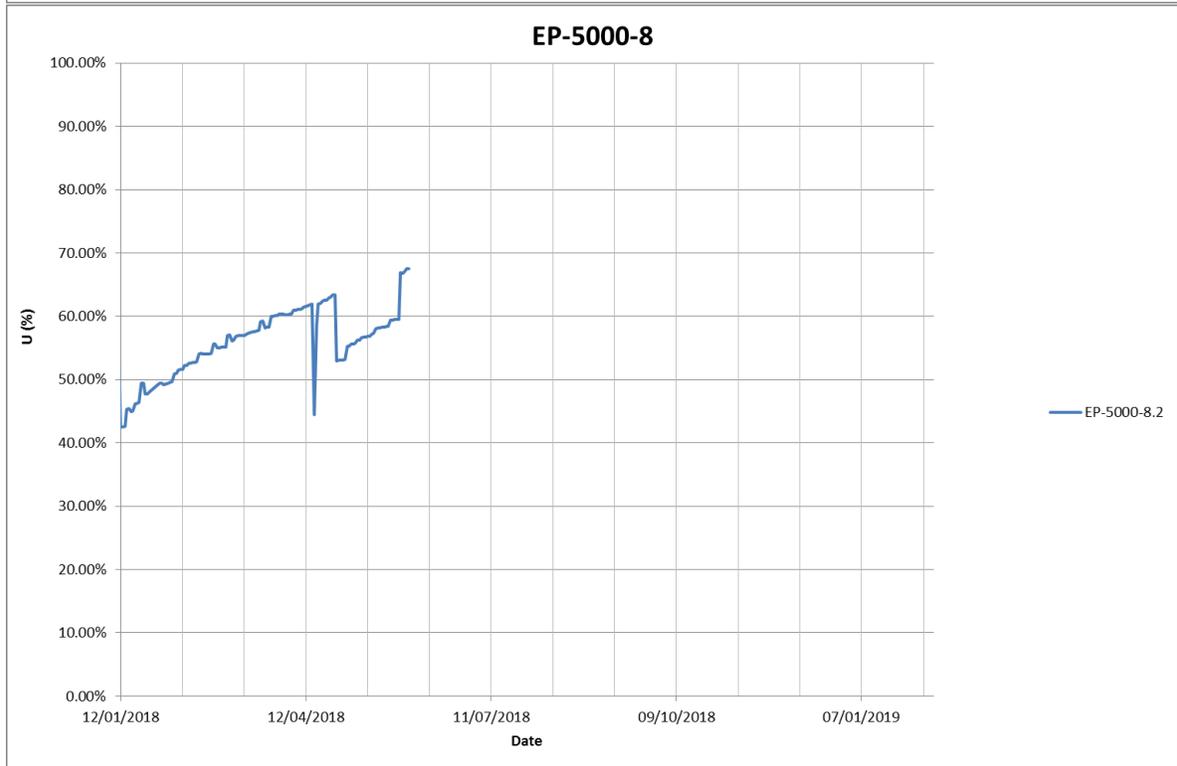
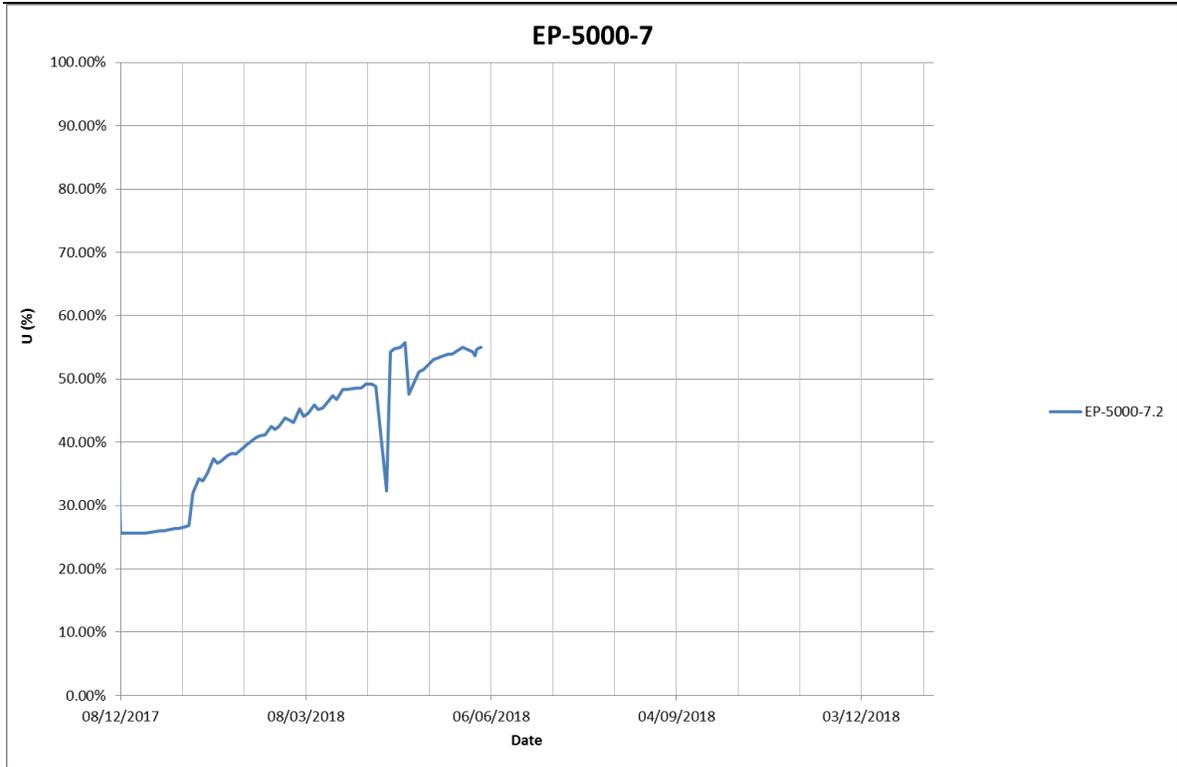


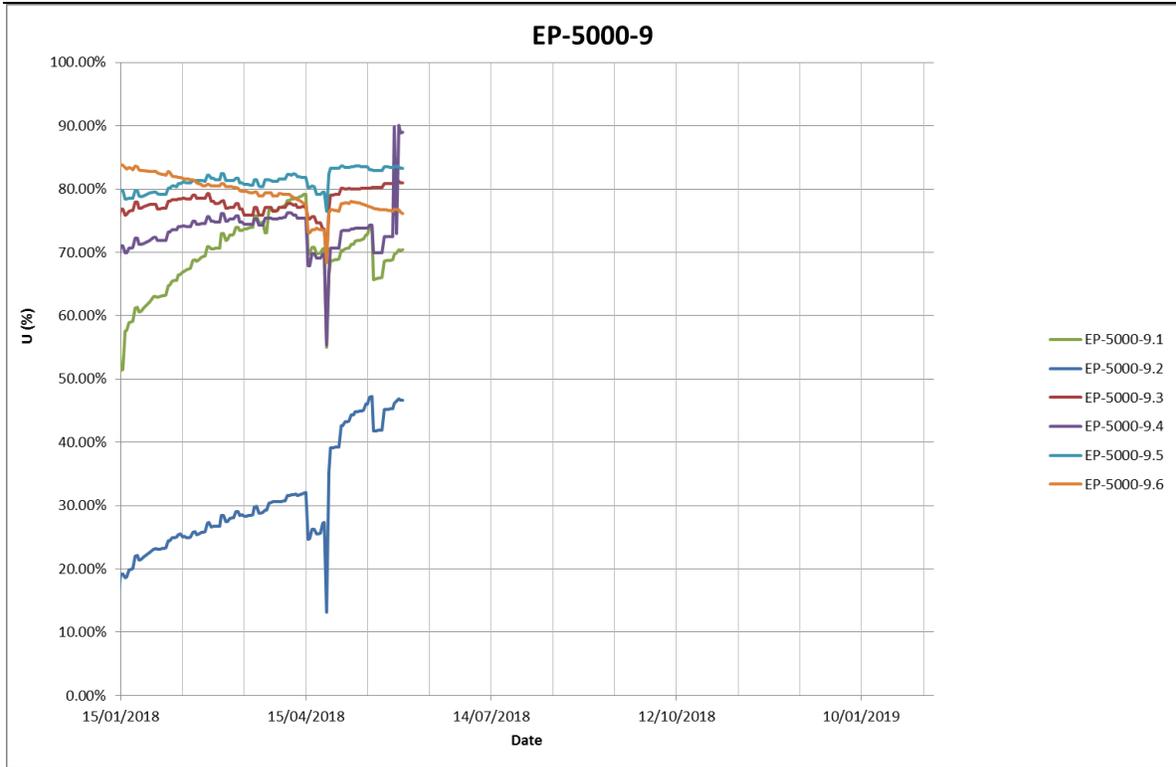












8 ANEXO III: SOLICITUDES DE SOBRECARGA DE JUNIO

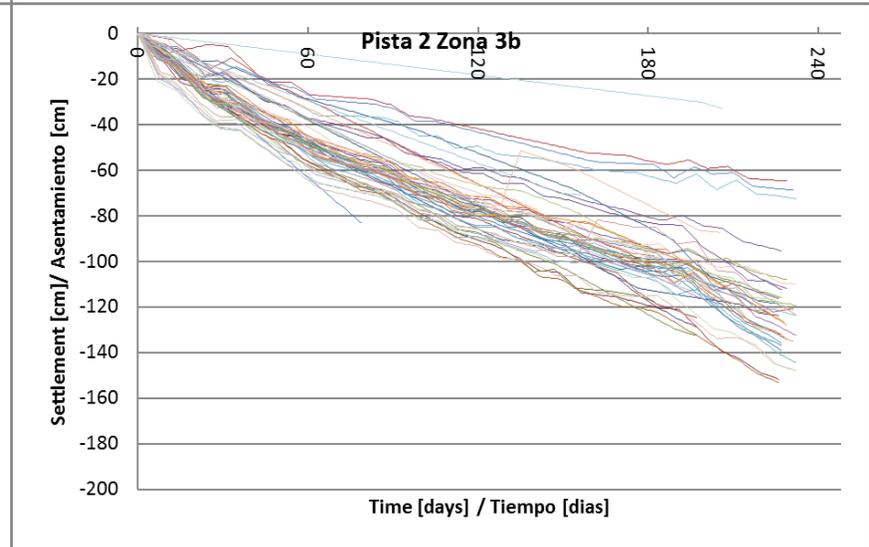
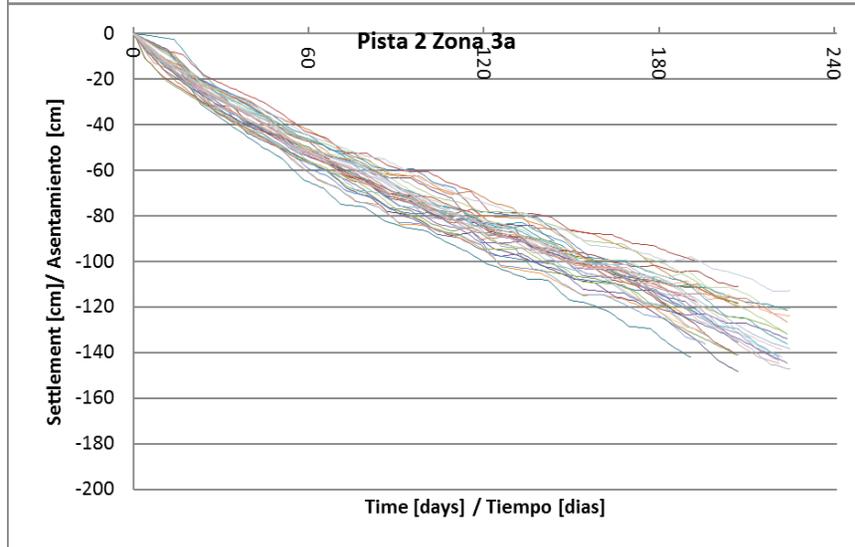
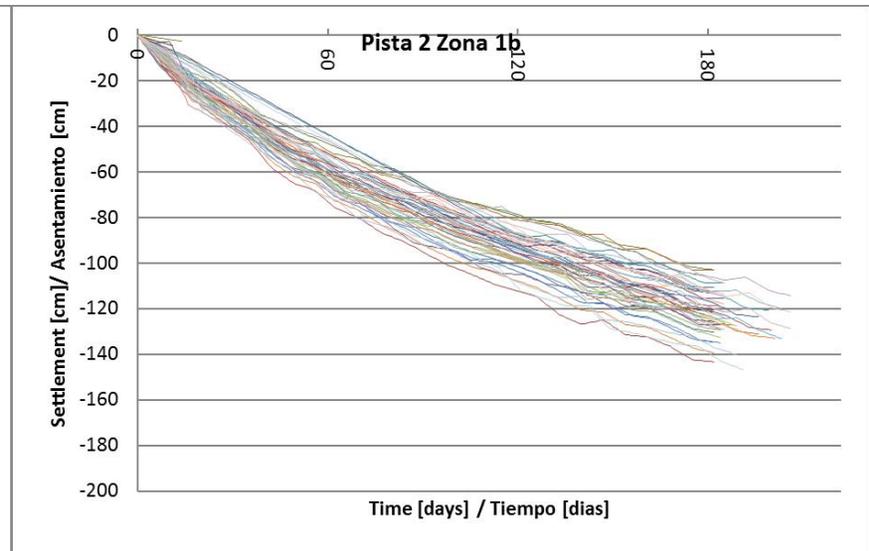
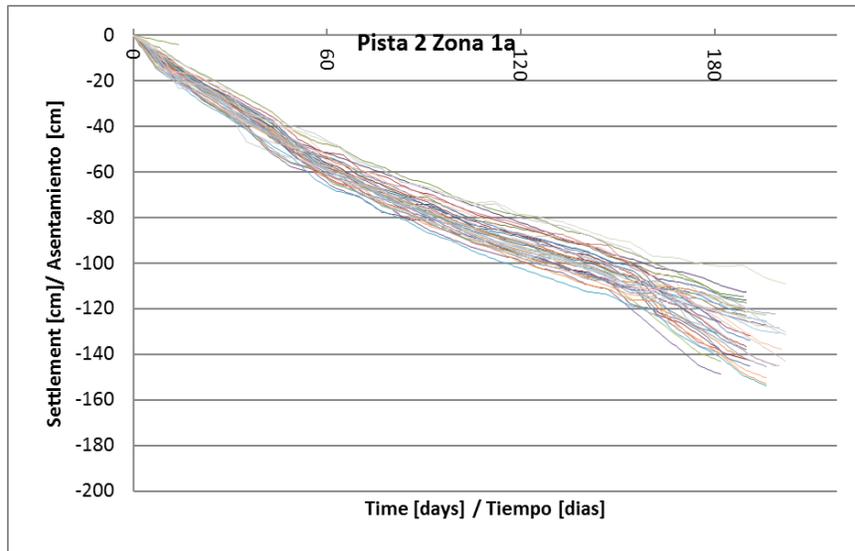
Se proporciona una lista de las solicitudes de sobrecarga realizadas en junio del 2018.

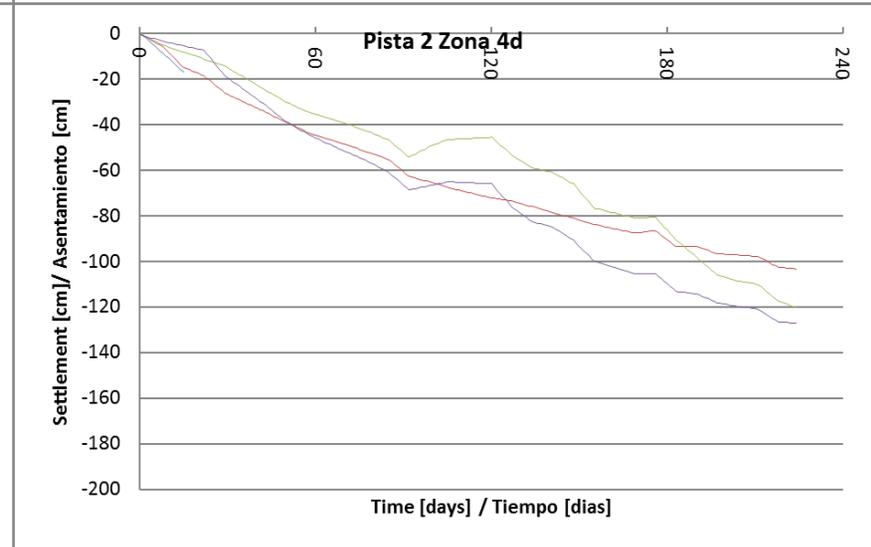
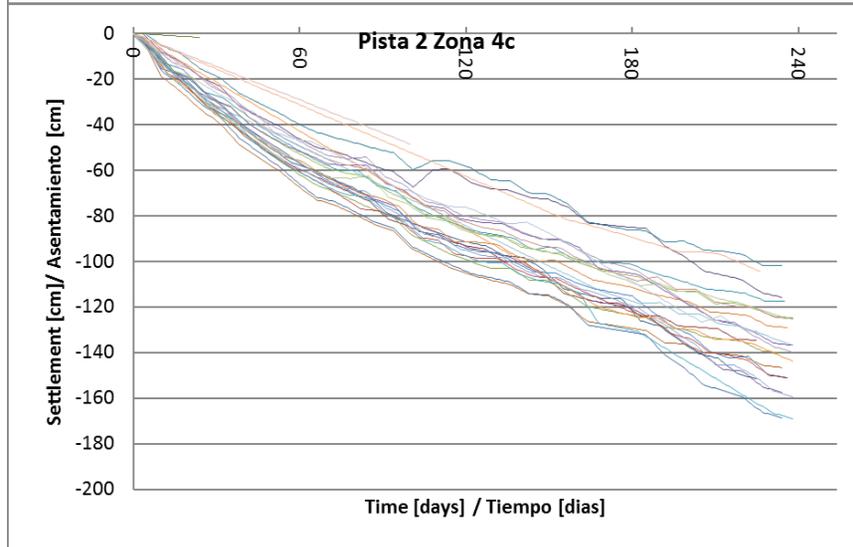
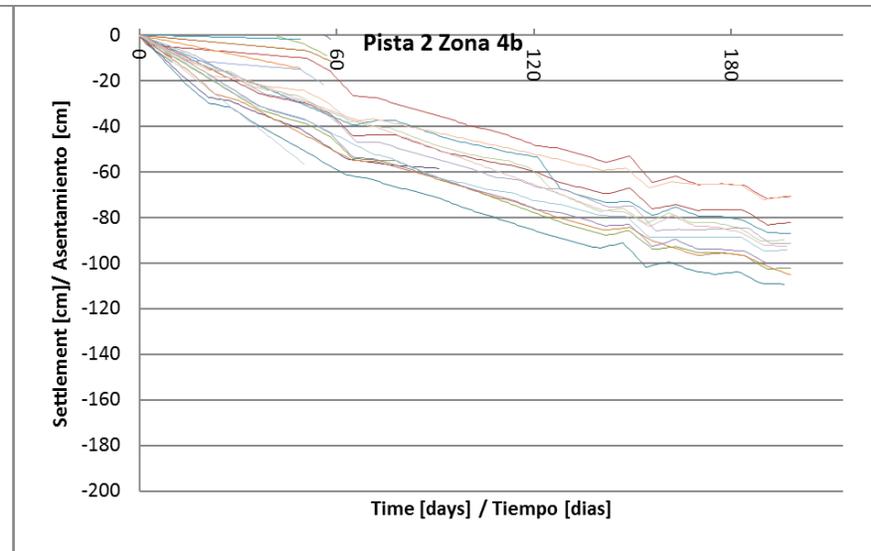
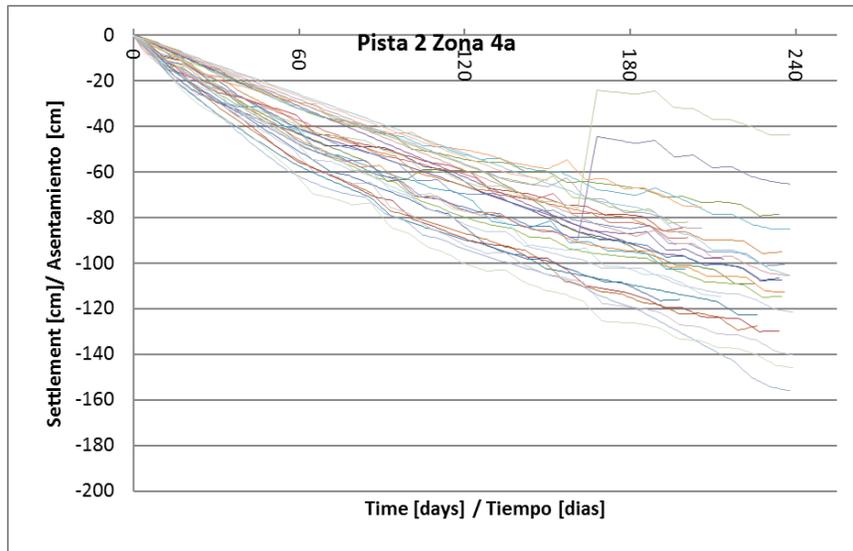
Runway 3 - June 2018				
RFA No.	Date submitted	Layer thickness (m)	Chainage	Recommendation
41	15/06/2018	0.50	4+000 - 5+600	Approved
42	15/06/2018	0.50	1+900 - 2+800	Approved
43	15/06/2018	5.00	1+900 - 2+800	Approved

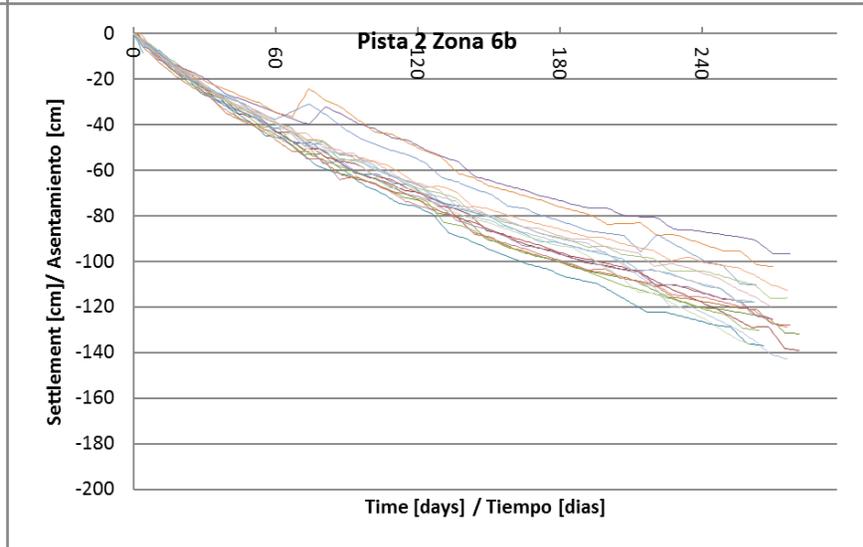
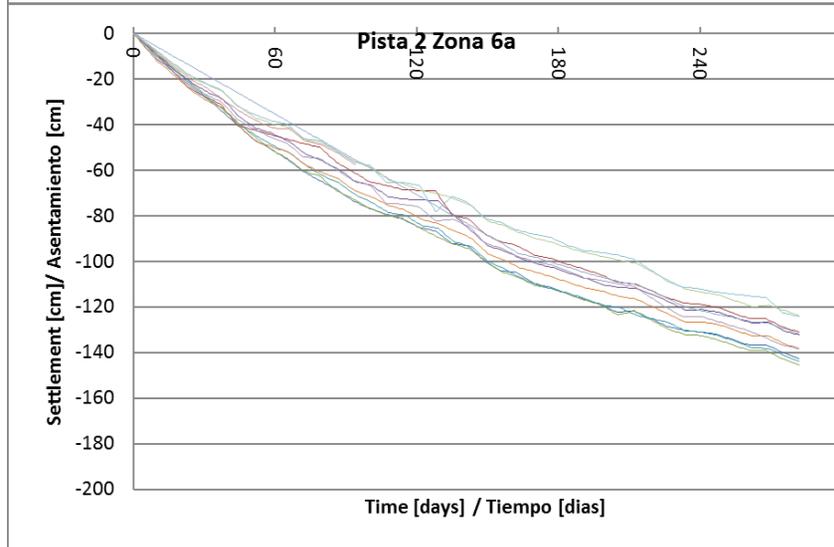
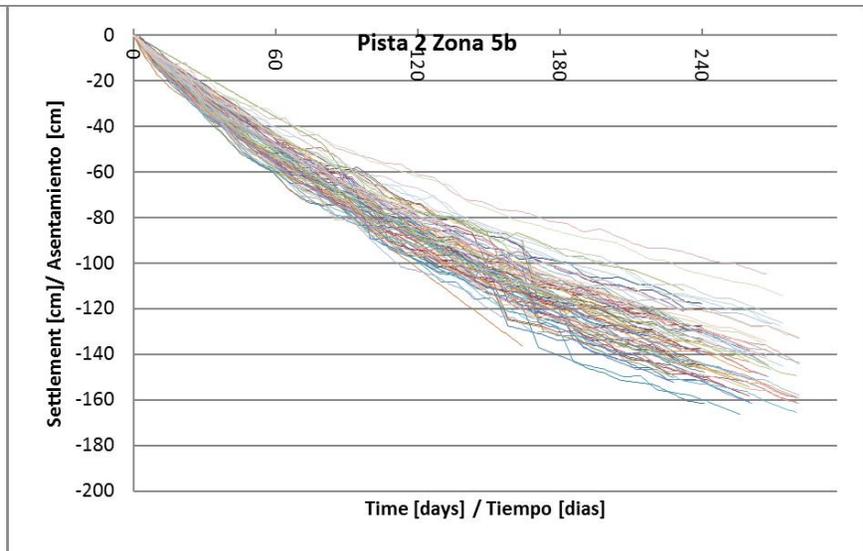
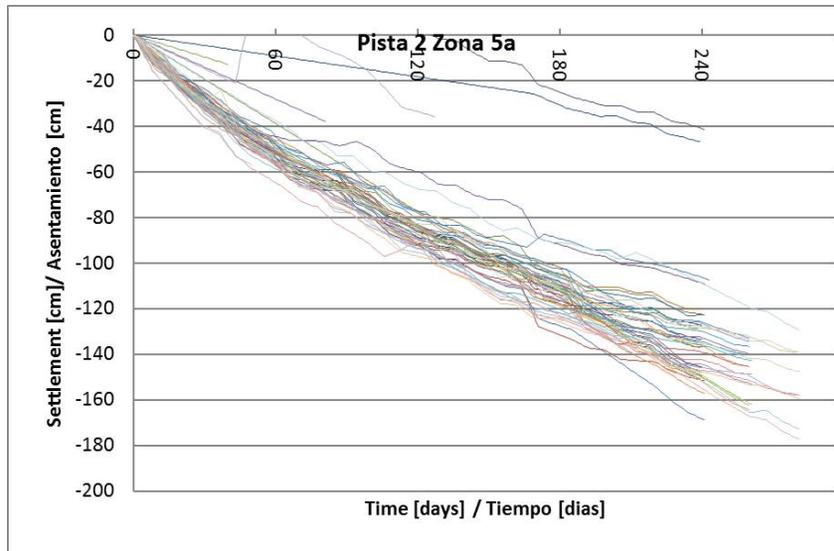


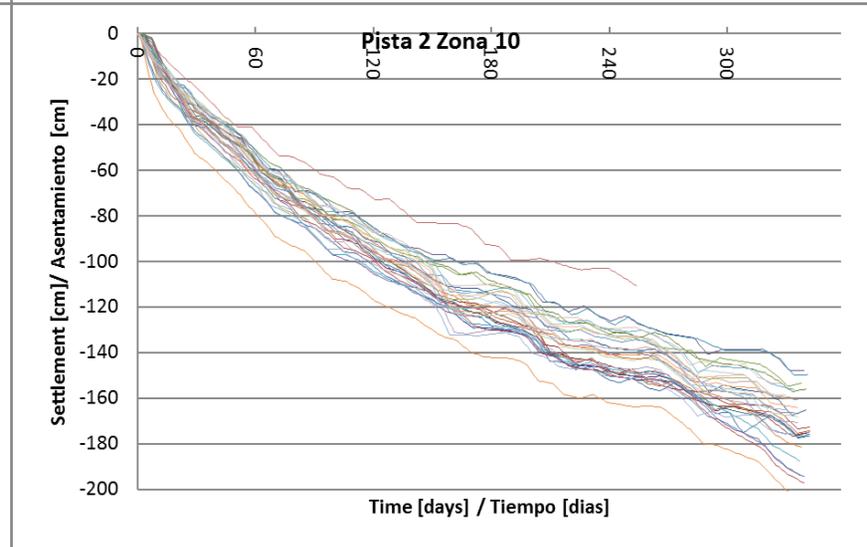
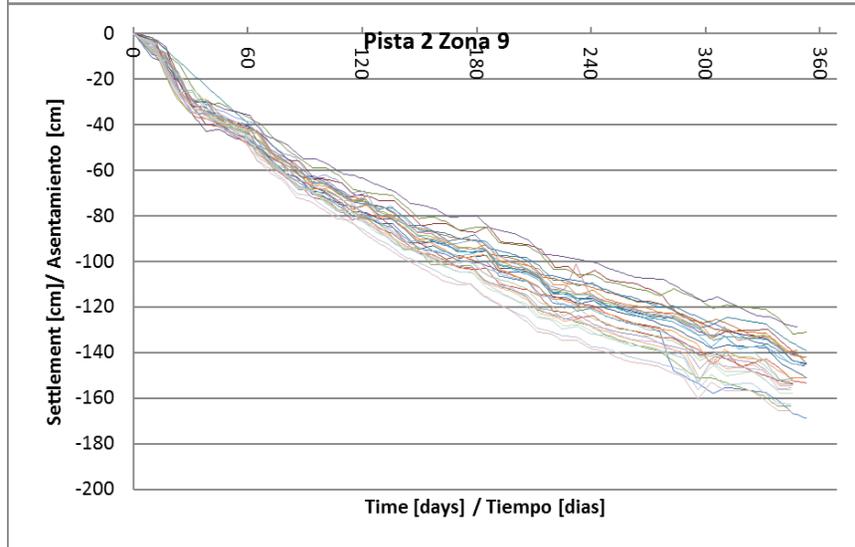
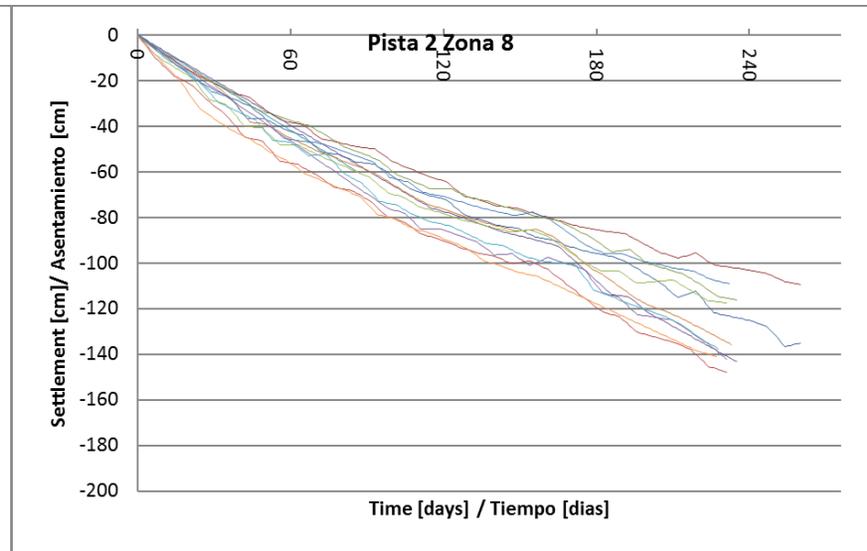
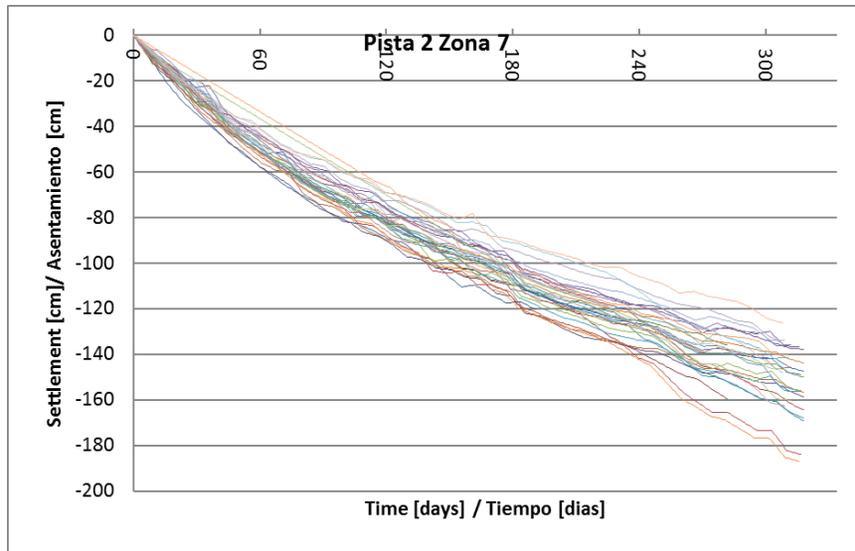
9 ANEXO IV: PRESENTACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS MEDIDOS

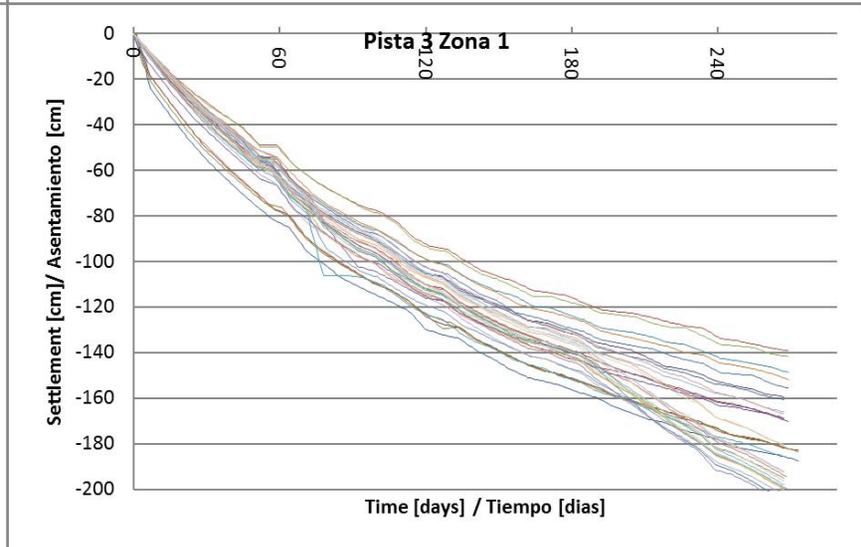
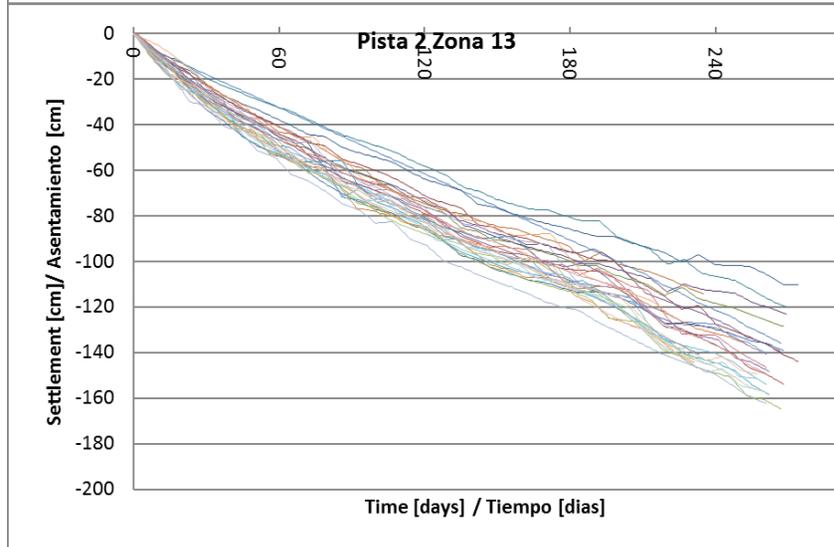
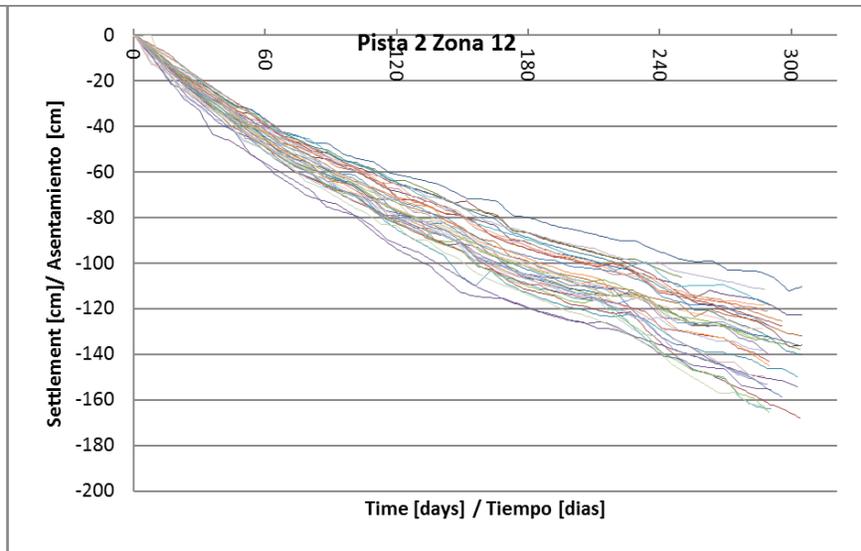
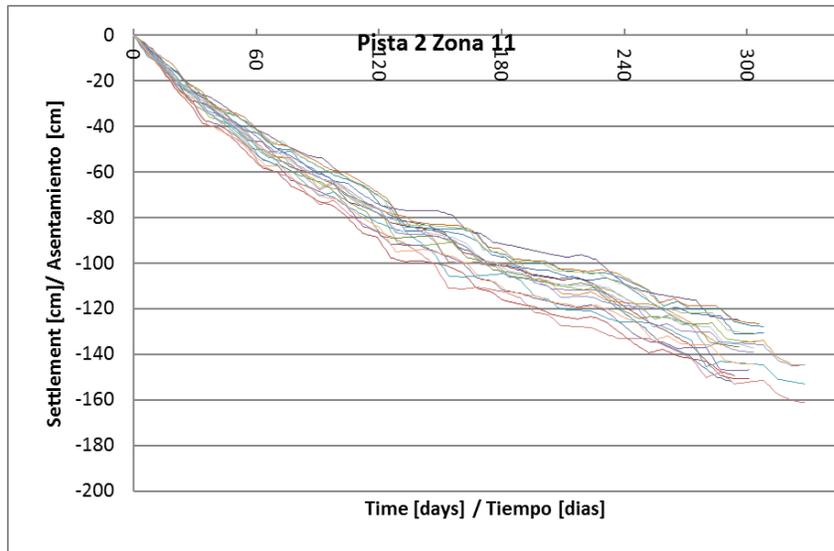
9.1 Asentamientos totales medidos corregidos para subsidencia en las Placas de Asentamiento dentro del área de sobrecarga

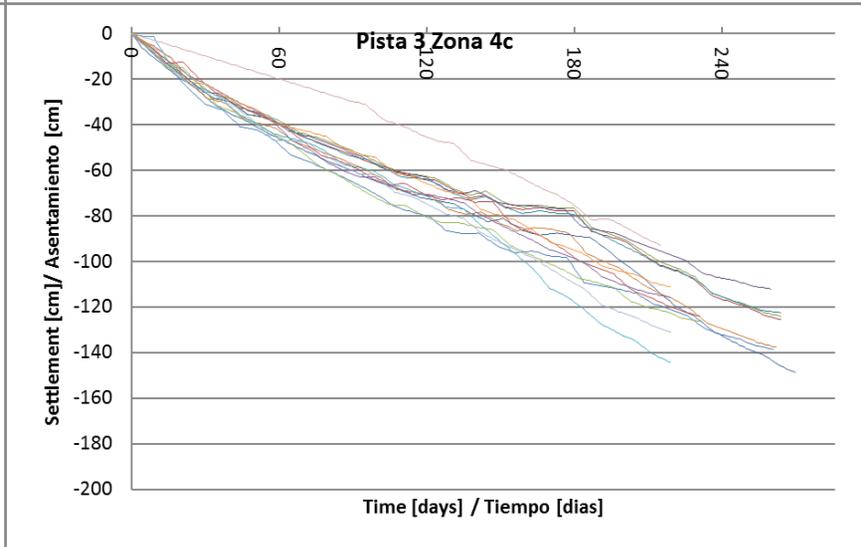
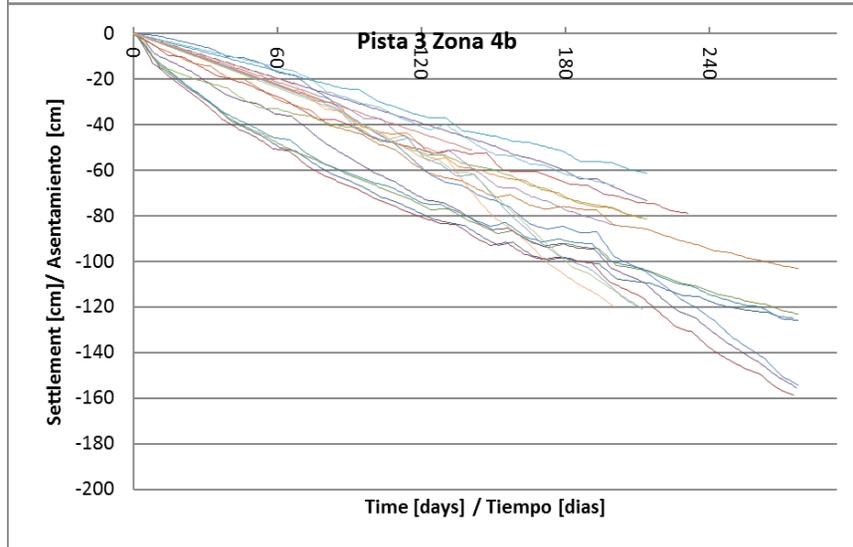
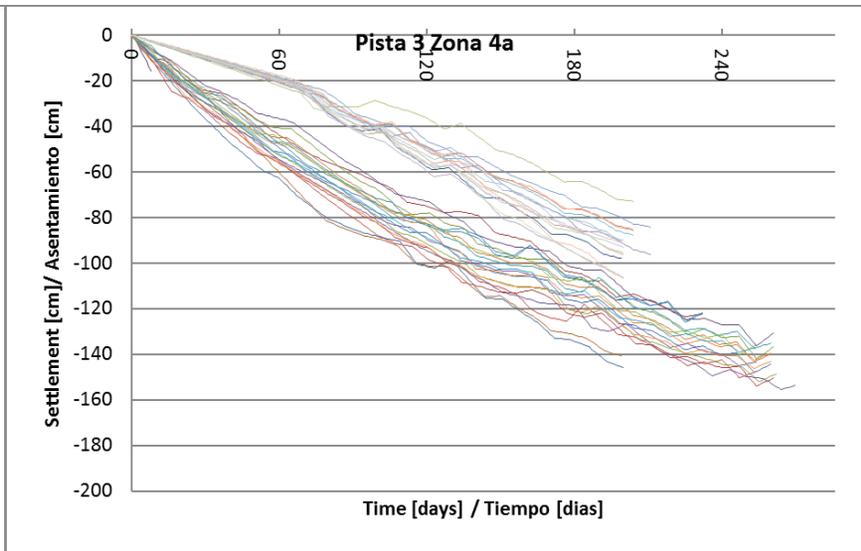
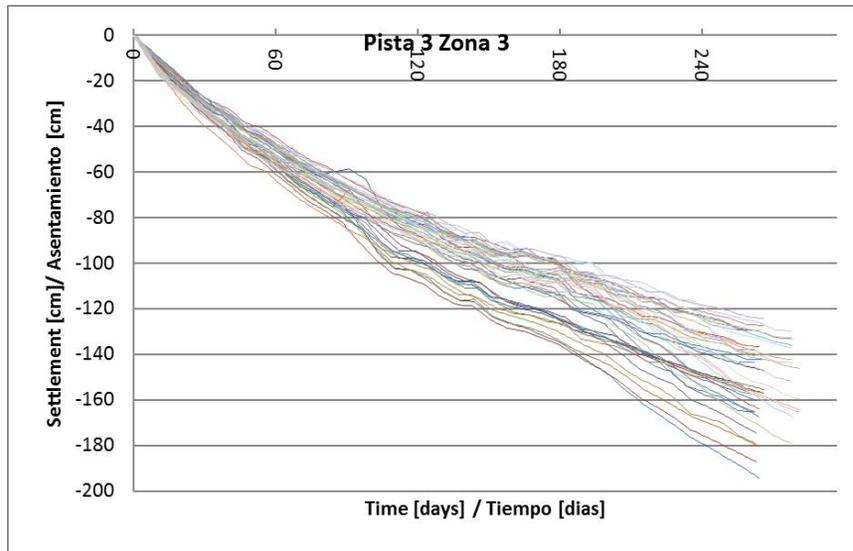


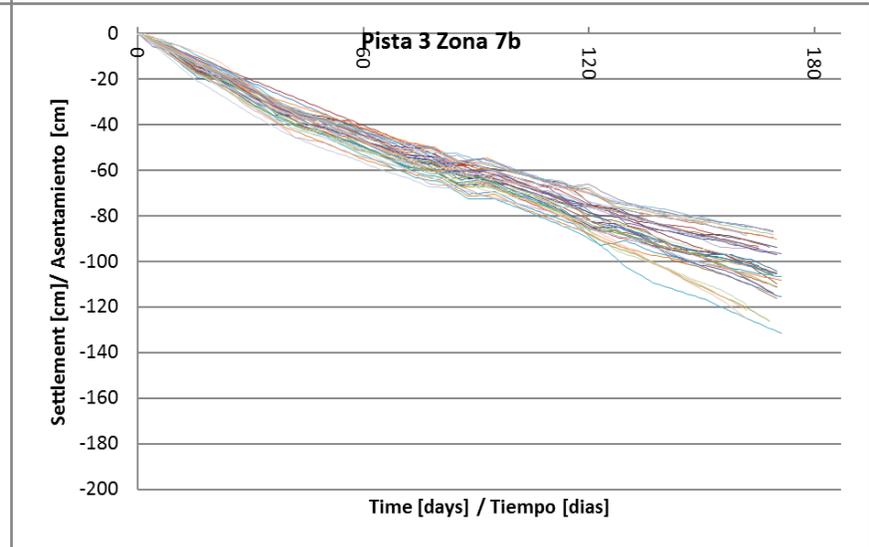
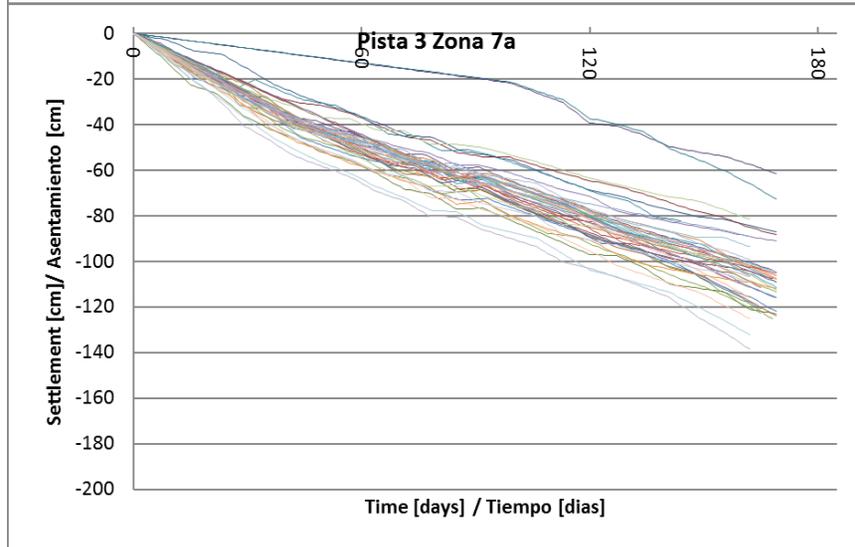
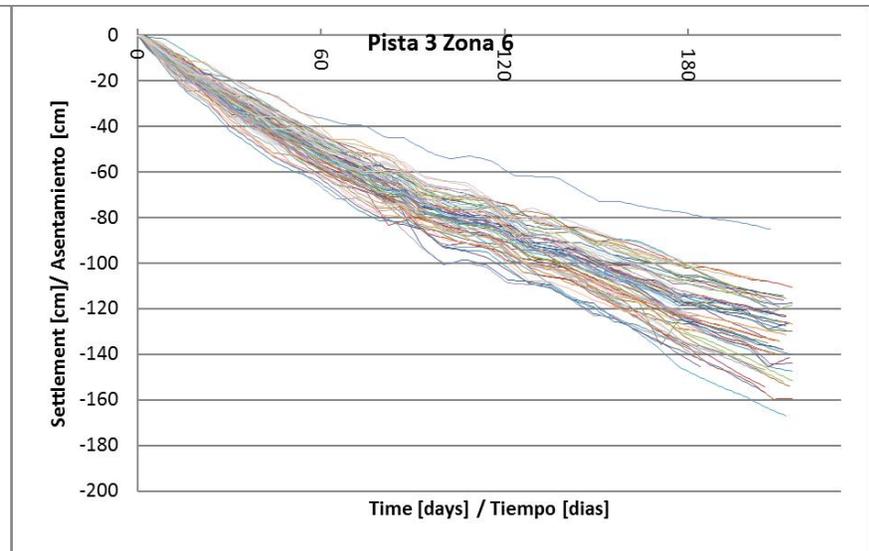
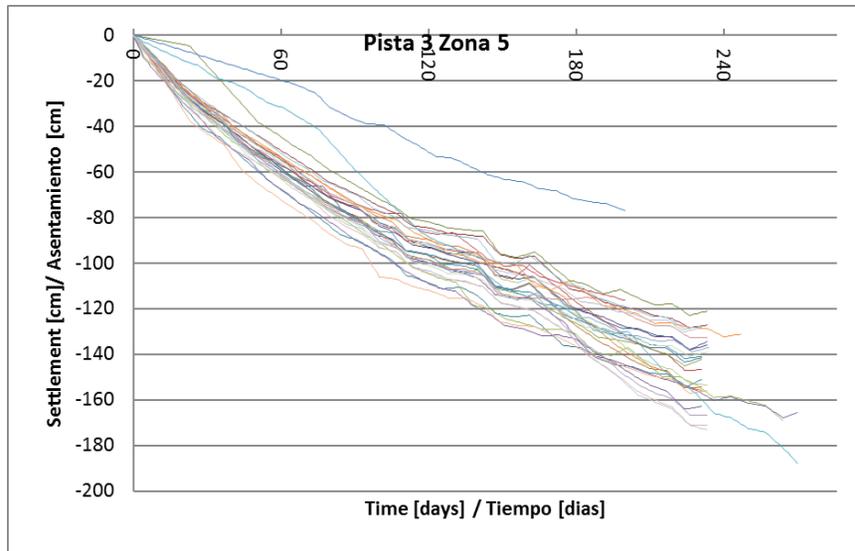


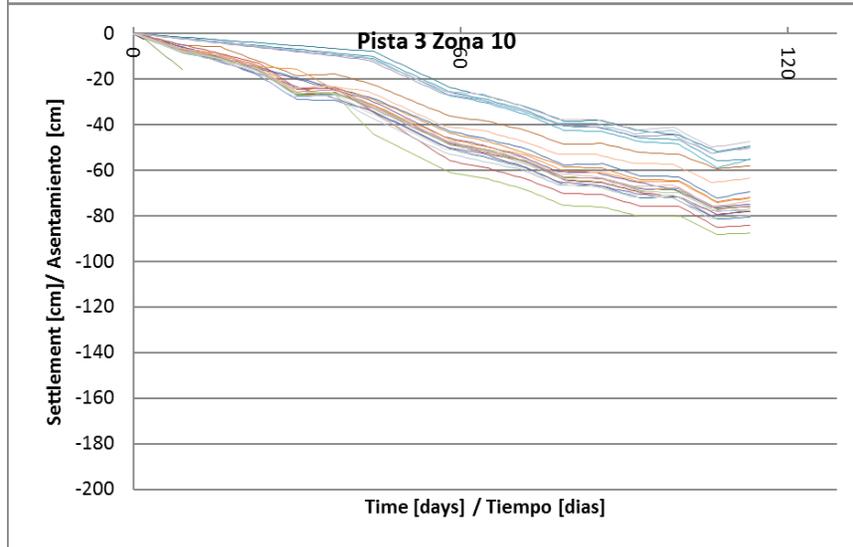
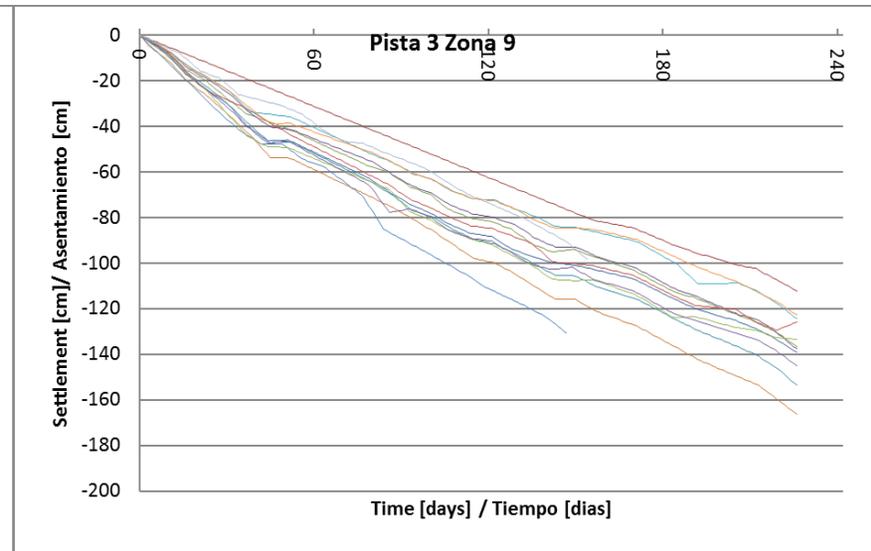
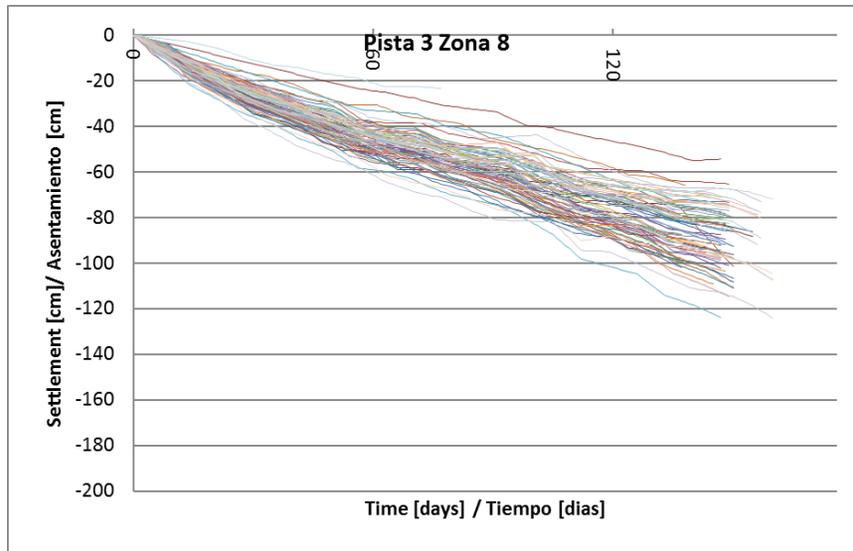






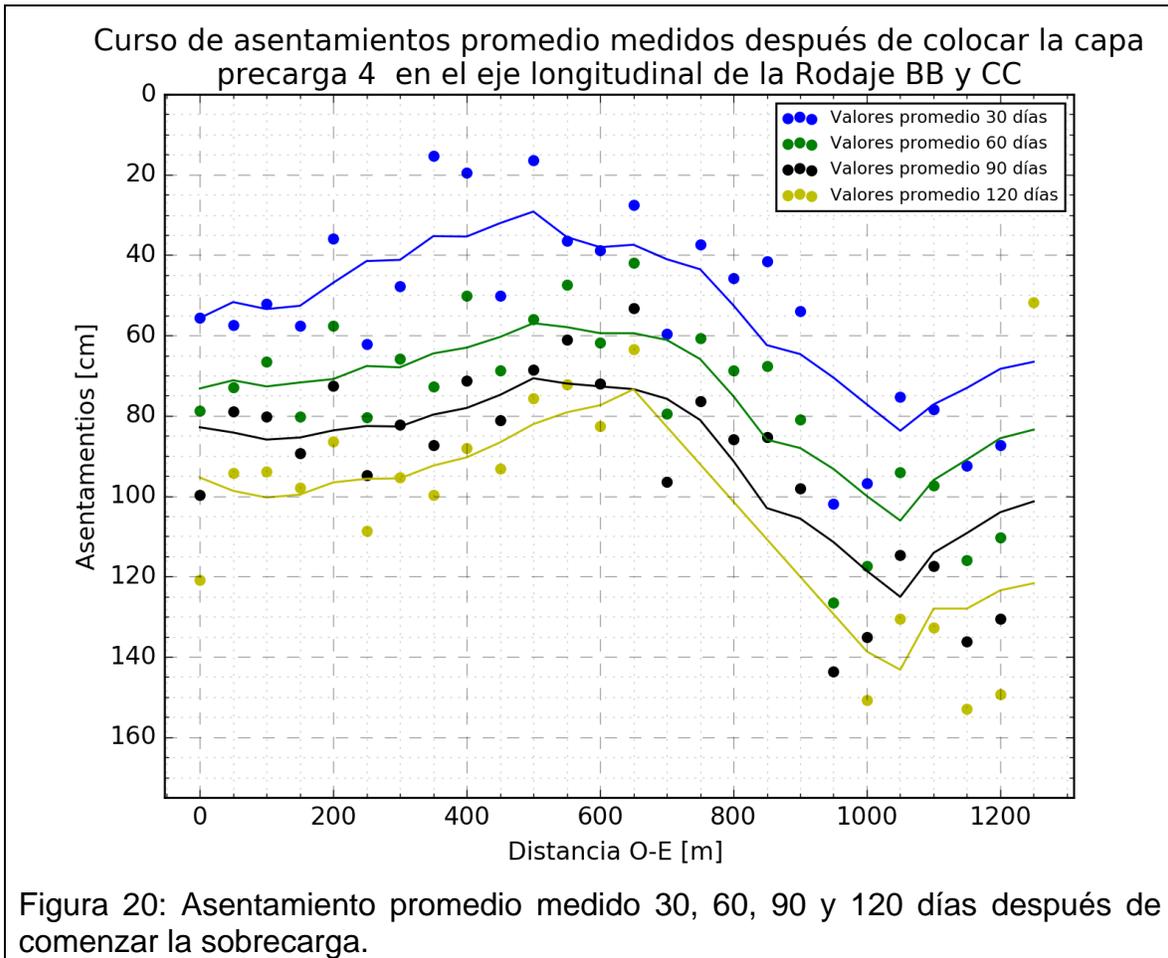


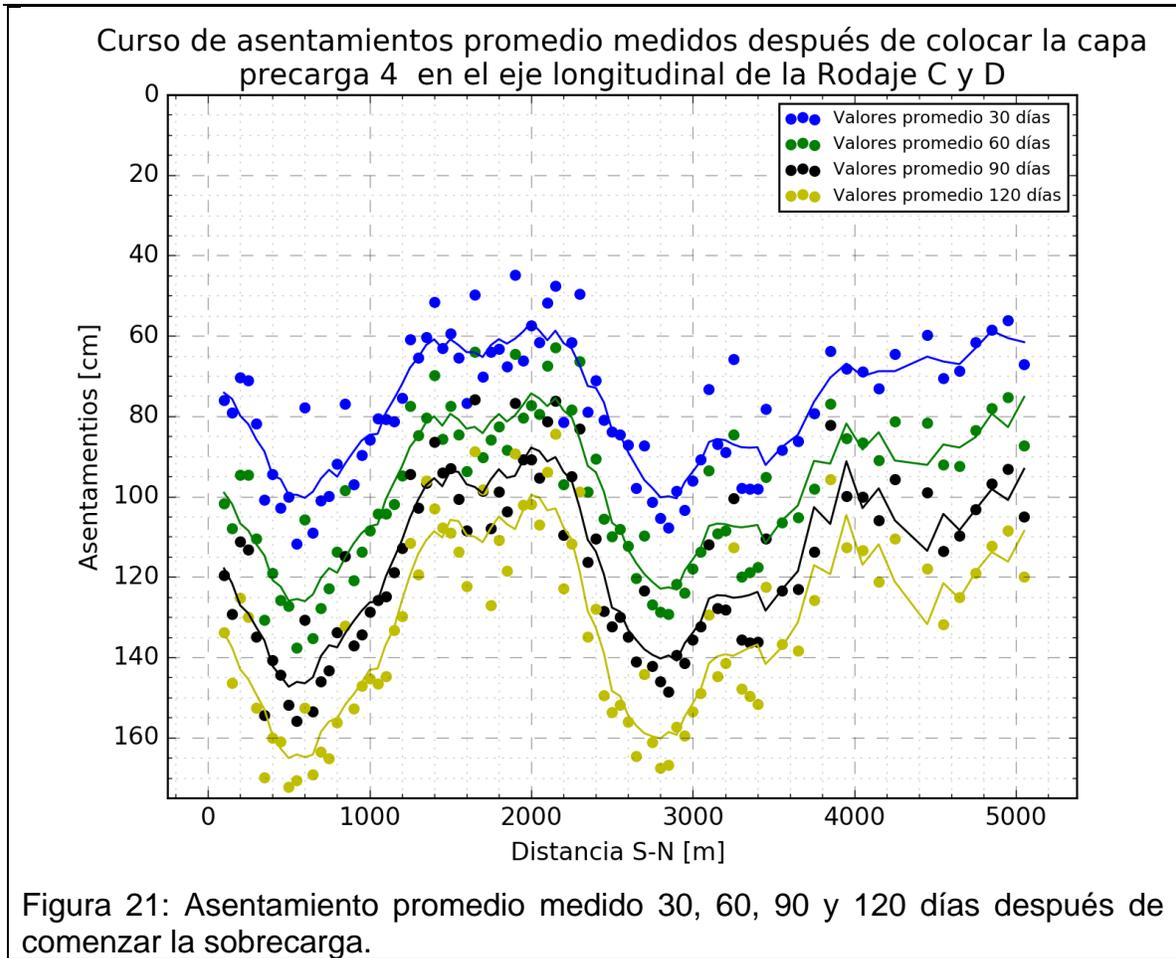


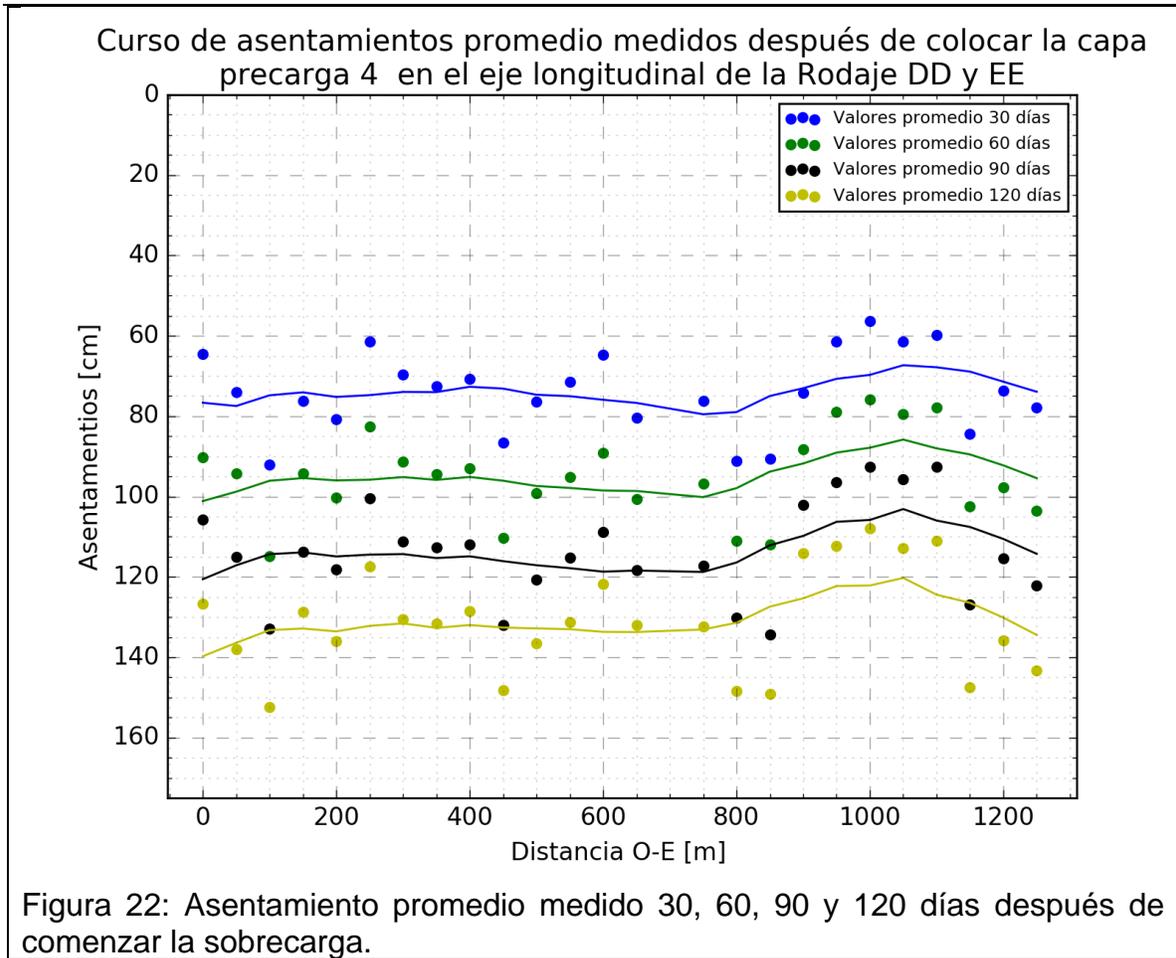


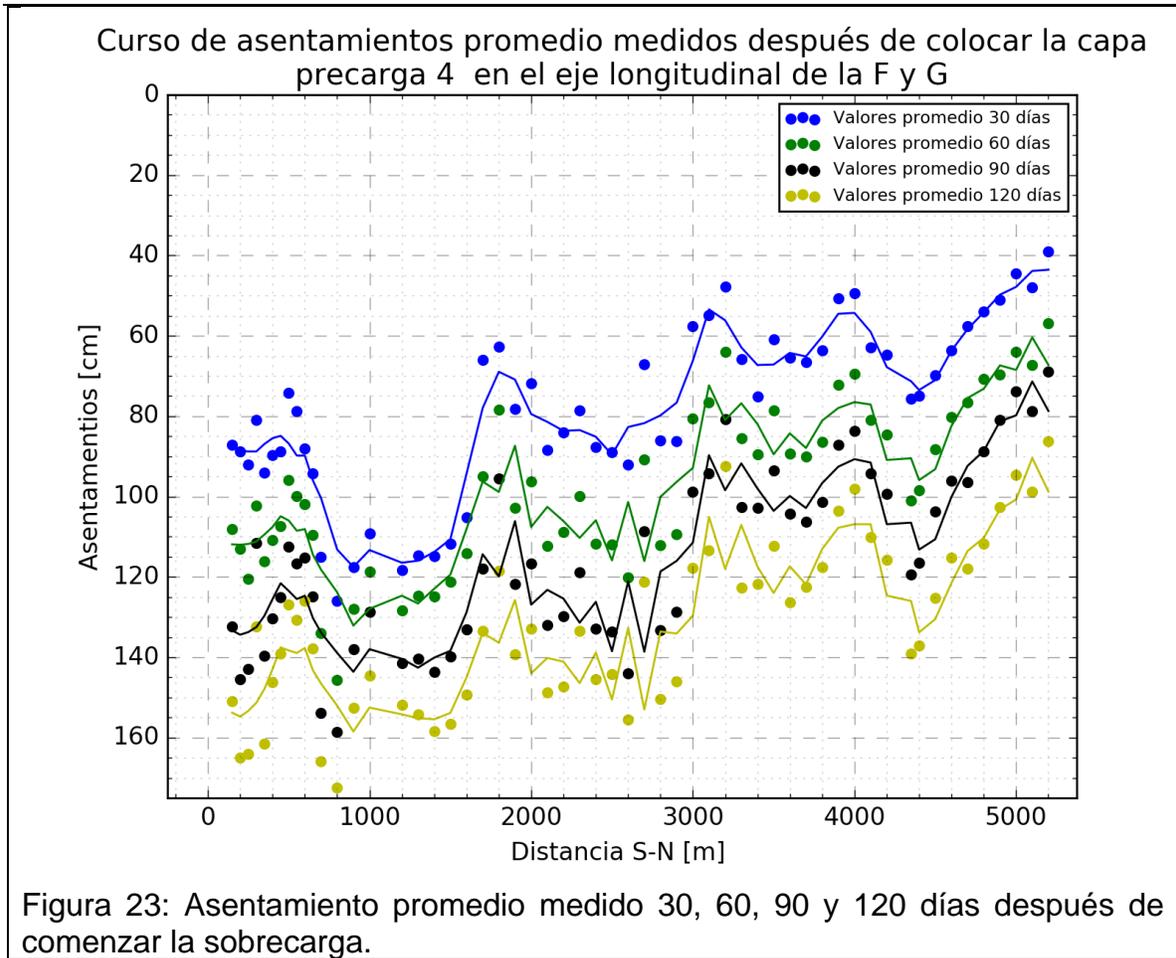
9.2

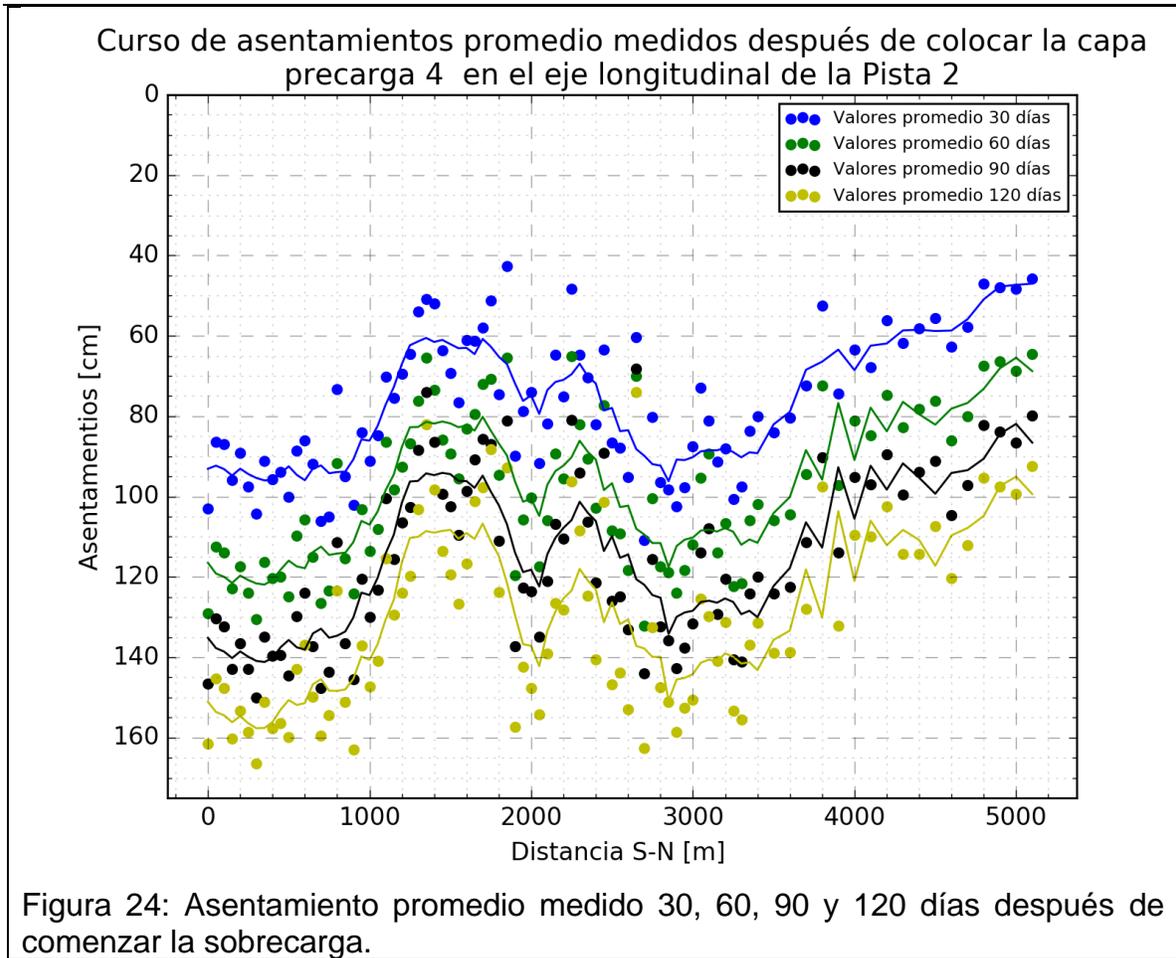
Secciones transversales de asentamiento en calles de rodaje.

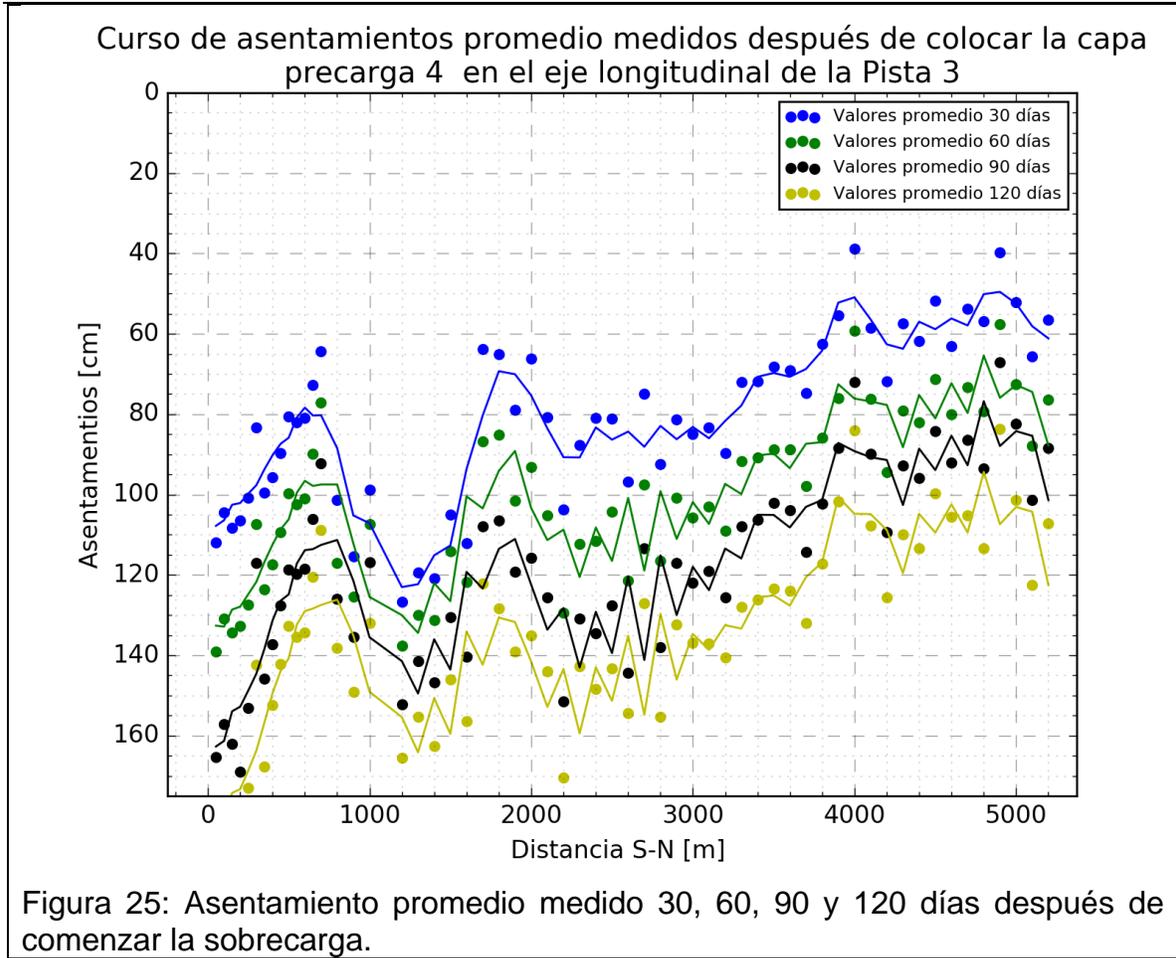










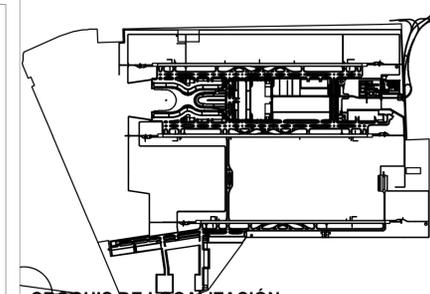


9.3 Fecha esperada de los 12 meses de sobrecarga para cada zona

Para cada zona, se evalúa la fecha de instalación de sobrecarga correspondiente al 90 por ciento, con base en la distribución creada por el programa de placas de la zona.



Zone	Mean	St. dev [days]	Start of surcharging 90% percentile
P2Z1a	21/11/2017	7	02/12/2017
P2Z1b	26/11/2017	8	02/12/2017
P2Z3a	06/11/2017	14	23/11/2017
P2Z3b	24/10/2017	13	15/11/2017
P2Z4a	26/10/2017	18	16/11/2017
P2Z4b	24/12/2017	75	23/05/2018
P2Z4c	11/10/2017	5	19/10/2017
P2Z5a	18/09/2017	17	05/10/2017
P2Z5b	25/09/2017	21	25/10/2017
P2Z6a	29/08/2017	7	08/09/2017
P2Z6b	02/09/2017	7	12/09/2017
P2Z7	25/07/2017	10	29/07/2017
P2Z8	09/10/2017	10	17/10/2017
P2Z9	17/06/2017	3	22/06/2017
P2Z10	01/07/2017	7	07/07/2017
P2Z11	28/07/2017	12	10/08/2017
P2Z12	11/08/2017	7	18/08/2017
P2Z13	19/09/2017	16	14/10/2017
P3Z1	06/09/2017	2	08/09/2017
P3Z3	06/09/2017	7	13/09/2017
P3Z4a	14/11/2017	82	11/01/2018
P3Z4b	12/10/2017	31	13/11/2017
P3Z5	11/10/2017	22	31/10/2017
P3Z6	15/10/2017	19	14/11/2017
P3Z7a	16/11/2017	23	05/12/2017
P3Z7b	17/12/2017	4	22/12/2017
P3Z8	17/12/2017	4	22/12/2017
P3Z9	04/01/2018	6	15/01/2018
P3Z10	31/10/2017	28	30/12/2017

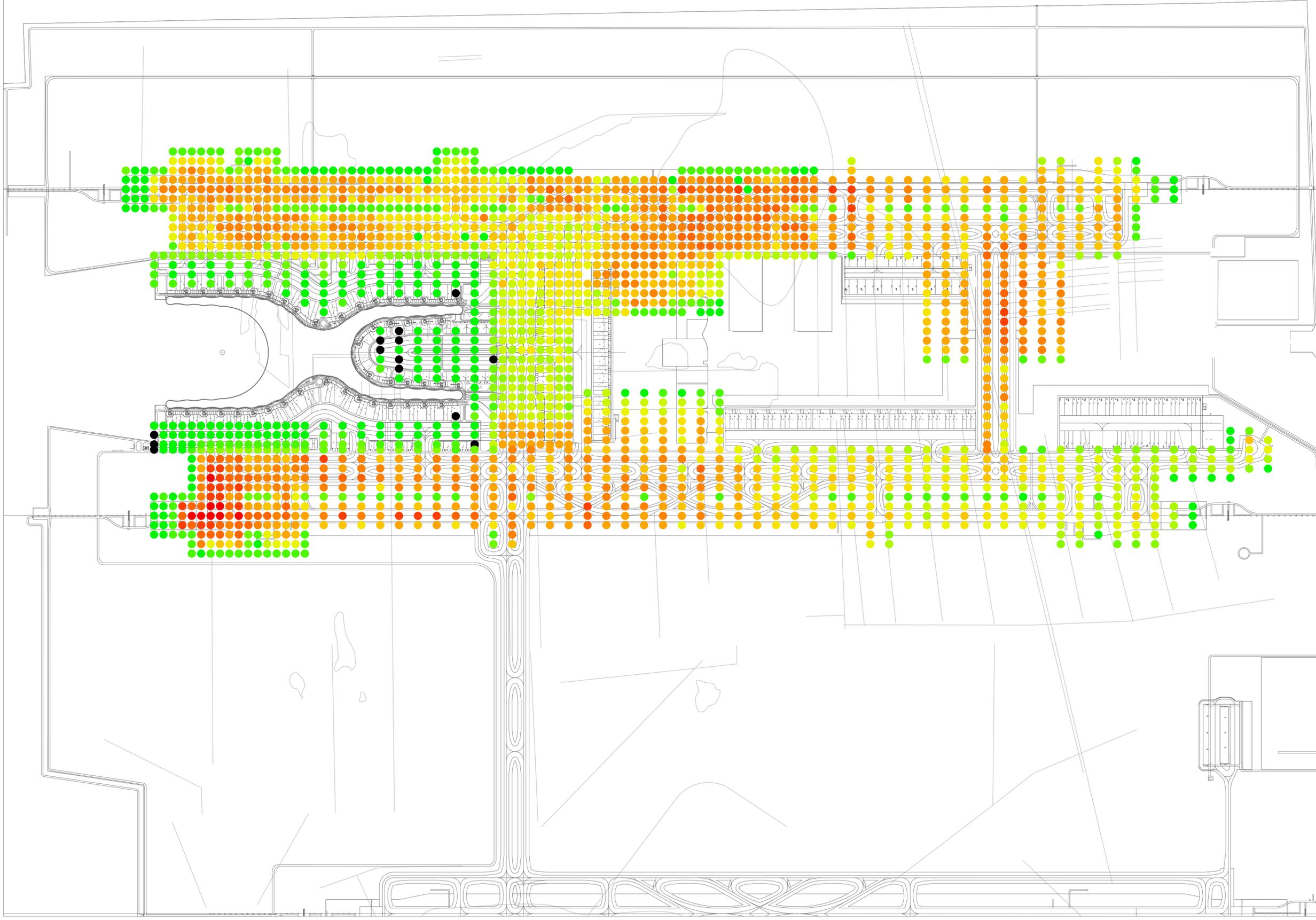


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

LEYENDA

ASENTAMIENTOS TOTALES DESDE LAS OBSERVACIONES INICIALES [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS / TOTAL SETTLEMENT SINCE START OBSERVATIONS [CM], CORRECTED FOR SUBSIDENCE

- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100
- 100 - 120
- 120 - 140
- 140 - 160
- 160 - 180
- 180 - 200
- 200 - 220
- 220 - 240
- 240 - 260
- 260 - 280
- Valores Incorrectos - Incorrect Values



0.0	31.06.18	NOTICIA DE LA MÉTODO OBSERVACIONAL	N.A.
-----	----------	------------------------------------	------

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ÁREAS DE DISEÑO
		Dirección Corporativa de Infraestructura: Raúl González Apolosa Subdirección de Normatividad y Procesos Aeroportuarios: M. Julia Calderón Sembrarino Subdirección de Proyectos: Guillermo Medina Meré Residente del Contrato: Raúl Pulido Guzmán	

TASANA Paseo de la Reforma #404 Torre Moncayo, Piso 14 Col. Juárez, delegación Cuauhtémoc C.P. 06600, México D.F.



PROYECTO: NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL CIUDAD DE MÉXICO
CONJUNTO: ITP-SRO-DCAGI-SC-015-2015
TÍTULO: ASENTAMIENTOS TOTALES DESDE LAS OBSERVACIONES INICIALES [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS

ÁREAS DE DISEÑO: GEOTÉCNICO

FASE DEL PROYECTO: MÉTODO OBSERVACIONAL

N° DEL DIBUJO:	BX	90	XXX	XXXXXX	303	0.11
	DIR	SHT	LVL	SEC	SEQ	REV

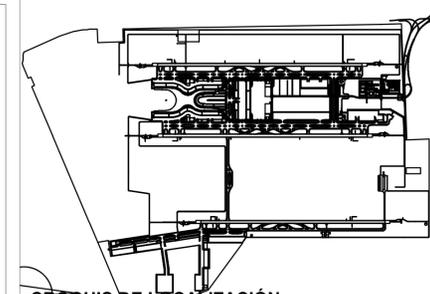
ESCALA: 1:10000 TAMANO: A1

REVISÓ: RS CALCULÓ: PG

VERIFICÓ: MK DIBUJÓ: FH

VALIDÓ Y APROBÓ: Superintendente Javier Pascual FECHA: 31/06/2018 HOJA: 01 of 01

CLASIFICACIÓN GENERAL DE GACM CLASIFICACIÓN EXTERNA AL GACM

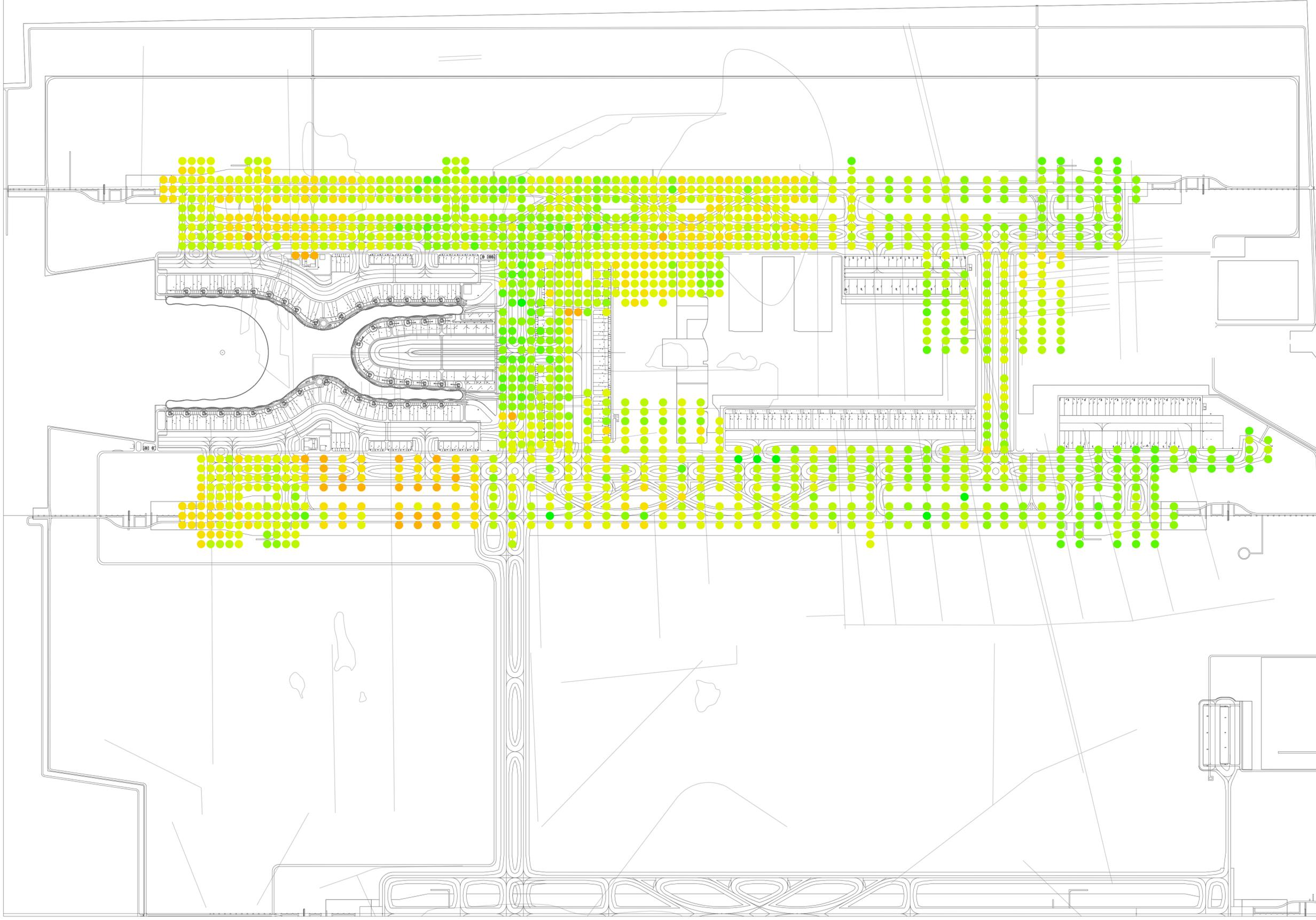


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

LEYENDA

ASENTAMIENTOS 30 DÍAS FILTRADO DE LA CAPA DE PRECARGA 4 [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS / SETTLEMENT 30 DAYS FILTERED FROM SURCHARGE LAYER 4 [CM], CORRECTED FOR SUBSIDENCE

- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100
- 100 - 120
- 120 - 140
- 140 - 160
- 160 - 180
- 180 - 200



0.0	31.06.18	NOTICIA DE LA MÉTODO OBSERVACIONAL	N.A.
-----	----------	------------------------------------	------

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ÁREAS DE DISEÑO
		Dirección Corporativa de Infraestructura: Raúl González Apolaza	
		Subdirección de Normatividad y Procesos Aeroportuarios: M. Julia Calderón Sembrarino	
		Subdirección de Proyectos: Guillermo Medina Méndez	
		Residente del Contrato: Raúl Pulido Guzmán	

TASANA Ingeniería y Arquitectura
 Paseo de la Reforma #404
 Torre Moncayo, Piso 14
 Col. Juárez, delegación Cuauhtémoc
 C.P. 06600, México D.F.



PROYECTO: NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL CIUDAD DE MÉXICO
CONJUNTO: ITP-SRO-DCAGI-SC-015-/2015
TÍTULO: ASENTAMIENTOS 30 DÍAS FILTRADO DE LA CAPA DE PRECARGA 4 [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS

ÁREAS DE DISEÑO: GEOTÉCNICO

FASE DEL PROYECTO: MÉTODO OBSERVACIONAL

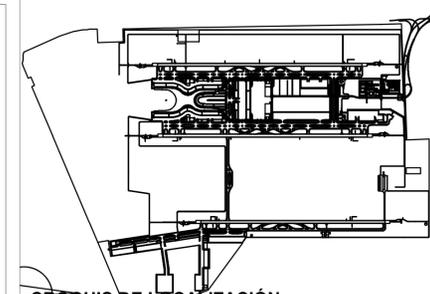
N° DEL DIBUJO:	BX	90	XXX	XXXXXX	325	0.11
	DIR	SHT	LVL	SEC	SEO	REV

ESCALA: 1:10000 TAMAÑO: A1
 REVISÓ: RS CALCULÓ: PG

VERIFICÓ: MK DIBUJÓ: FH

VALIDÓ Y APROBÓ: Superintendente Javier Pascual FECHA: 31/06/2018 HOJA: 01 of 01

CLASIFICACIÓN GENERAL DE GACM CLASIFICACIÓN EXTERNA AL GACM

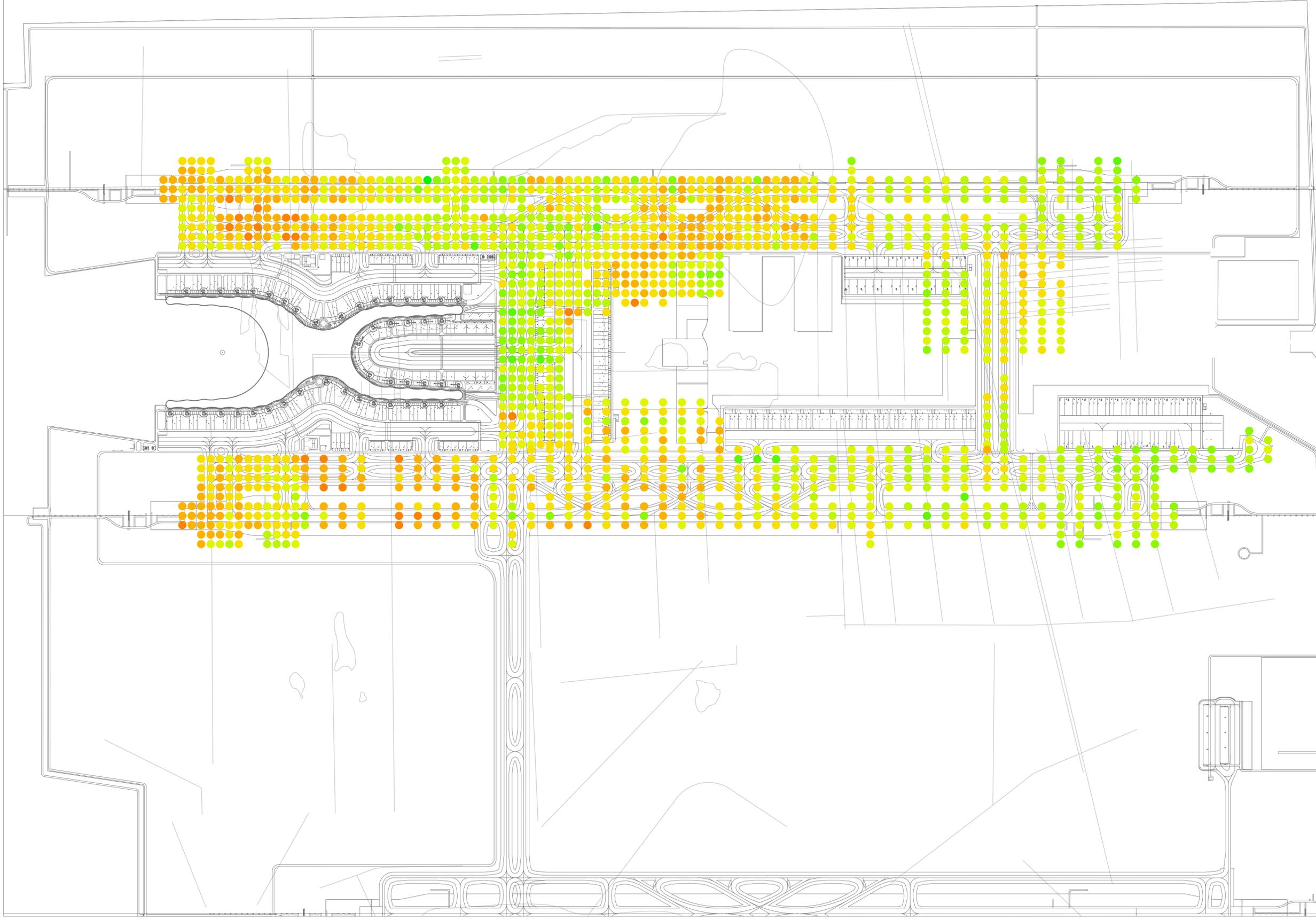


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

LEYENDA

ASENTAMIENTOS 60 DÍAS FILTRADO DE LA CAPA DE PRECARGA 4 [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS / SETTLEMENT 60 DAYS FILTERED FROM SURCHARGE LAYER 4 [CM], CORRECTED FOR SUBSIDENCE

- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100
- 100 - 120
- 120 - 140
- 140 - 160
- 160 - 180
- 180 - 200



0.0	31.06.18	NOTICIA DE LA MÉTODO OBSERVACIONAL	N.A.
-----	----------	------------------------------------	------

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ÁREAS DE DISEÑO
		Dirección Corporativa de Infraestructura: Raúl González Apolaza	
		Subdirección de Normatividad y Procesos Aeroportuarios: M. Julia Calderón Sembrarino	
		Subdirección de Proyectos: Guillermo Medina Méndez	
		Residente del Contrato: Raúl Pulido Guzmán	

TASANA Paseo de la Reforma #404
Torre Moncayo, Piso 14
Col. Juárez, delegación Cuauhtémoc
C.P. 06600, México D.F.



PROYECTO: NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL CIUDAD DE MÉXICO
CONJUNTO: ITP-SRO-DCAGI-SC-015-2015
TÍTULO: ASENTAMIENTOS 60 DÍAS FILTRADO DE LA CAPA DE PRECARGA 4 [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS

ÁREAS DE DISEÑO: GEOTÉCNICO

FASE DEL PROYECTO: MÉTODO OBSERVACIONAL

Nº DEL DIBUJO:	BX	90	XXX	XXXXXX	326	0.11
	DIR	SHT	LVL	SEC	SEQ	REV

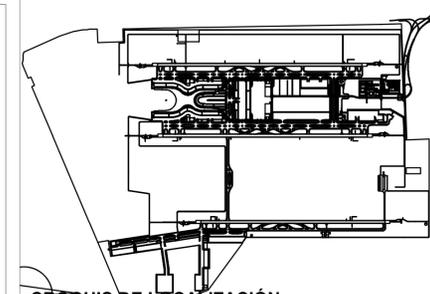
ESCALA: 1:10000 TAMANO: A1

REVISÓ: RS CALCULÓ: PG

VERIFICÓ: MK DIBUJÓ: FH

VALIDÓ Y APROBÓ: Superintendente Javier Pascual FECHA: 31/06/2018 HOJA: 01 of 01

CLASIFICACIÓN GENERAL DE GACM CLASIFICACIÓN EXTERNA AL GACM

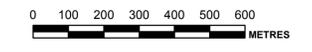
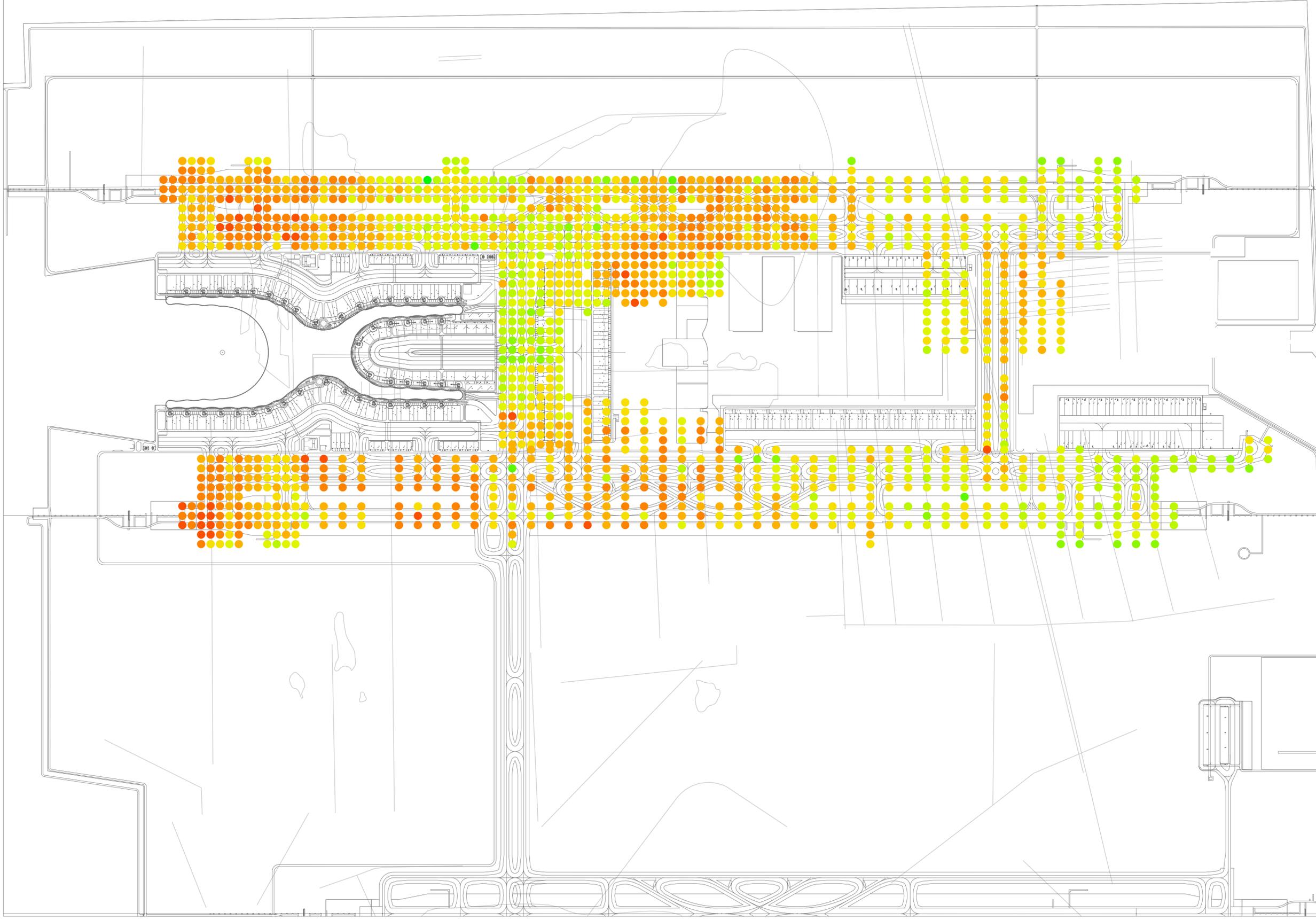


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

LEYENDA

ASENTAMIENTOS 90 DÍAS FILTRADO DE LA CAPA DE PRECARGA 4 [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS / SETTLEMENT 90 DAYS FILTERED FROM SURCHARGE LAYER 4 [CM], CORRECTED FOR SUBSIDENCE

- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100
- 100 - 120
- 120 - 140
- 140 - 160
- 160 - 180
- 180 - 200



0.0	31.06.18	NOTICIA DE LA MÉTODO OBSERVACIONAL	N.A.
-----	----------	------------------------------------	------

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ÁREAS DE DISEÑO
		Dirección Corporativa de Infraestructura: Raúl González Apolaza	
		Subdirección de Normatividad y Procesos Aeroportuarios: M. Julia Calderón Sembrarino	
		Subdirección de Proyectos: Guillermo Medina Méndez	
		Residente del Contrato: Raúl Pulido Guzmán	

TASANA Paseo de la Reforma #404
Torre Moncayo, Piso 14
Col. Juárez, delegación Cuauhtémoc
C.P. 06600, México D.F.



PROYECTO: NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL CIUDAD DE MÉXICO
CONJUNTO: ITP-SRO-DCAGI-SC-015-2015
TÍTULO: ASENTAMIENTOS 90 DÍAS FILTRADO DE LA CAPA DE PRECARGA 4 [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS

ÁREAS DE DISEÑO: GEOTÉCNICO

FASE DEL PROYECTO: MÉTODO OBSERVACIONAL

N° DEL DIBUJO:	BX	90	XXX	XXXXXX	327	0.11
	DIR	SHT	LVL	SEC	SEQ	REV

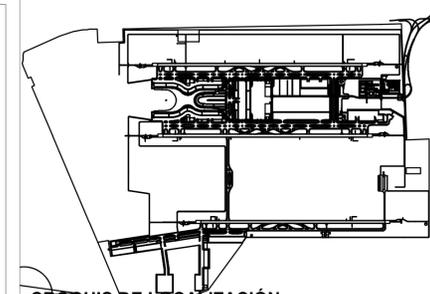
ESCALA: 1:10000 TAMANO: A1

REVISÓ: RS CALCULÓ: PG

VERIFICÓ: MK DIBUJÓ: FH

VALIDÓ Y APROBÓ: Superintendente Javier Pascual FECHA: 31/06/2018 HOJA: 01 of 01

CLASIFICACIÓN GENERAL DE GACM CLASIFICACIÓN EXTERNA AL GACM

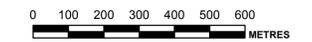
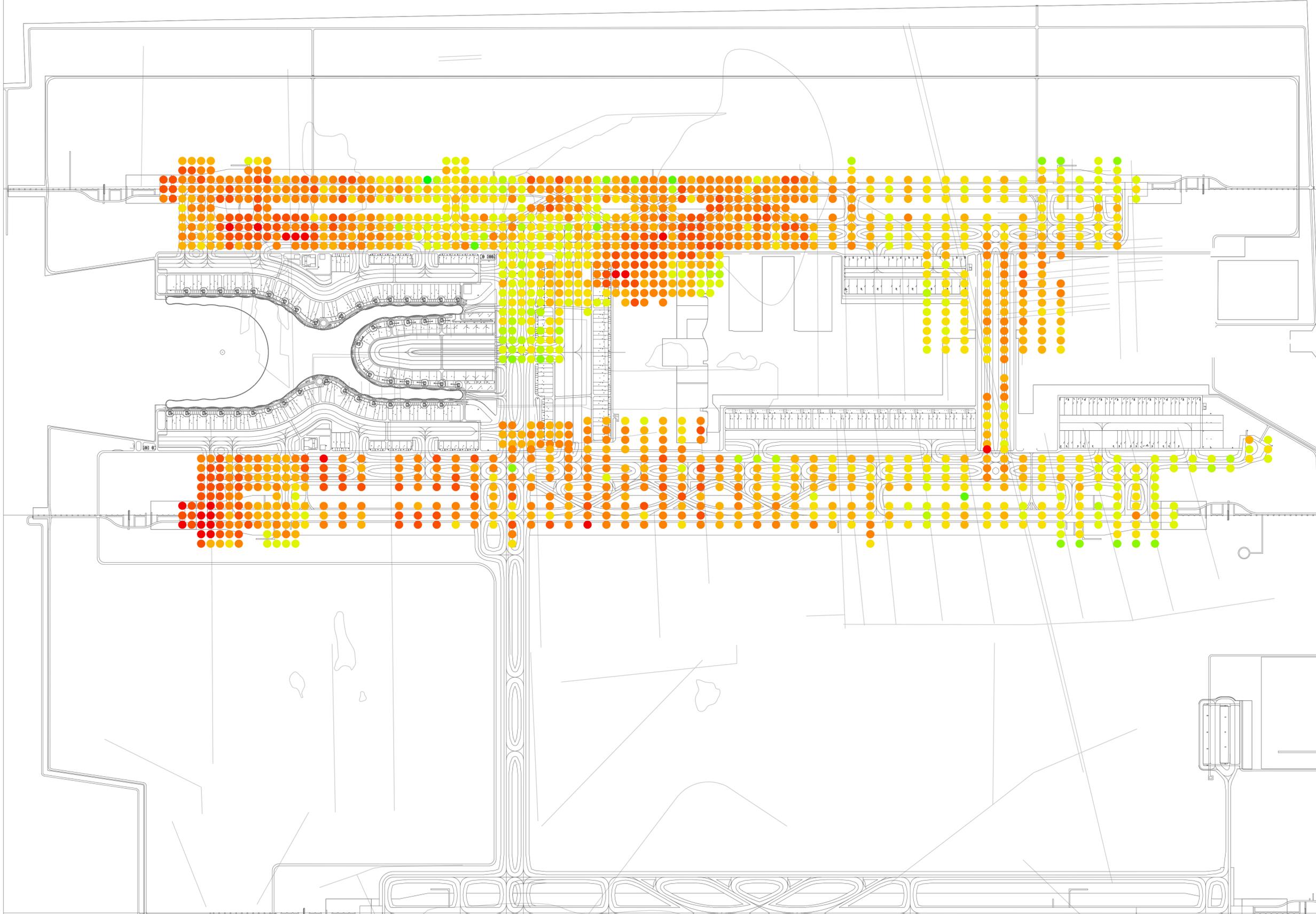


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

LEYENDA

ASENTAMIENTOS 120 DÍAS FILTRADO DE LA CAPA DE PRECARGA 4 [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS / SETTLEMENT 120 DAYS FILTERED FROM SURCHARGE LAYER 4 [CM], CORRECTED FOR SUBSIDENCE

- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100
- 100 - 120
- 120 - 140
- 140 - 160
- 160 - 180
- 180 - 200



0.0	31.06.18	NOTICIA DE LA MÉTODO OBSERVACIONAL	N.A.
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ÁREAS DE DISEÑO

Dirección Corporativa de Infraestructura:		Raúl González Apolosa
Subdirección de Normatividad y Procesos Aeroportuarios:		M. Julia Calderón Sembrarino
Subdirección de Proyectos:		Guillermo Medina Méndez
Residente del Contrato:		Raúl Pulido Guzmán

TASANA Ingeniería y Construcción
 Paseo de la Reforma #404
 Torre Moncayo, Piso 14
 Col. Juárez, delegación Cuauhtémoc
 C.P. 06600, México D.F.



PROYECTO: NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL CIUDAD DE MÉXICO
CONJUNTO: ITP-SRO-DCAGI-SC-015-2015
TÍTULO: ASENTAMIENTOS 120 DÍAS FILTRADO DE LA CAPA DE PRECARGA 4 [CM], CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS

ÁREAS DE DISEÑO: GEOTÉCNICO

FASE DEL PROYECTO: MÉTODO OBSERVACIONAL

N° DEL DIBUJO:	BX	90	XXX	XXXXXX	328	0.11
	DIR	SHT	LVL	SEC	SEQ	REV

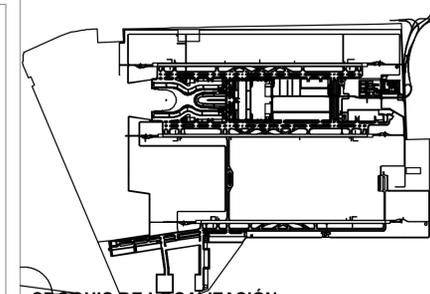
ESCALA: 1:10000 TAMAÑO: A1

REVISÓ: RS CALCULÓ: PG

VERIFICÓ: MK DIBUJÓ: FH

VALIDÓ Y APROBÓ: Superintendente Javier Pascual FECHA: 31/06/2018 HOJA: 01 of 01

CLASIFICACIÓN GENERAL DE GACM CLASIFICACIÓN EXTERNA AL GACM

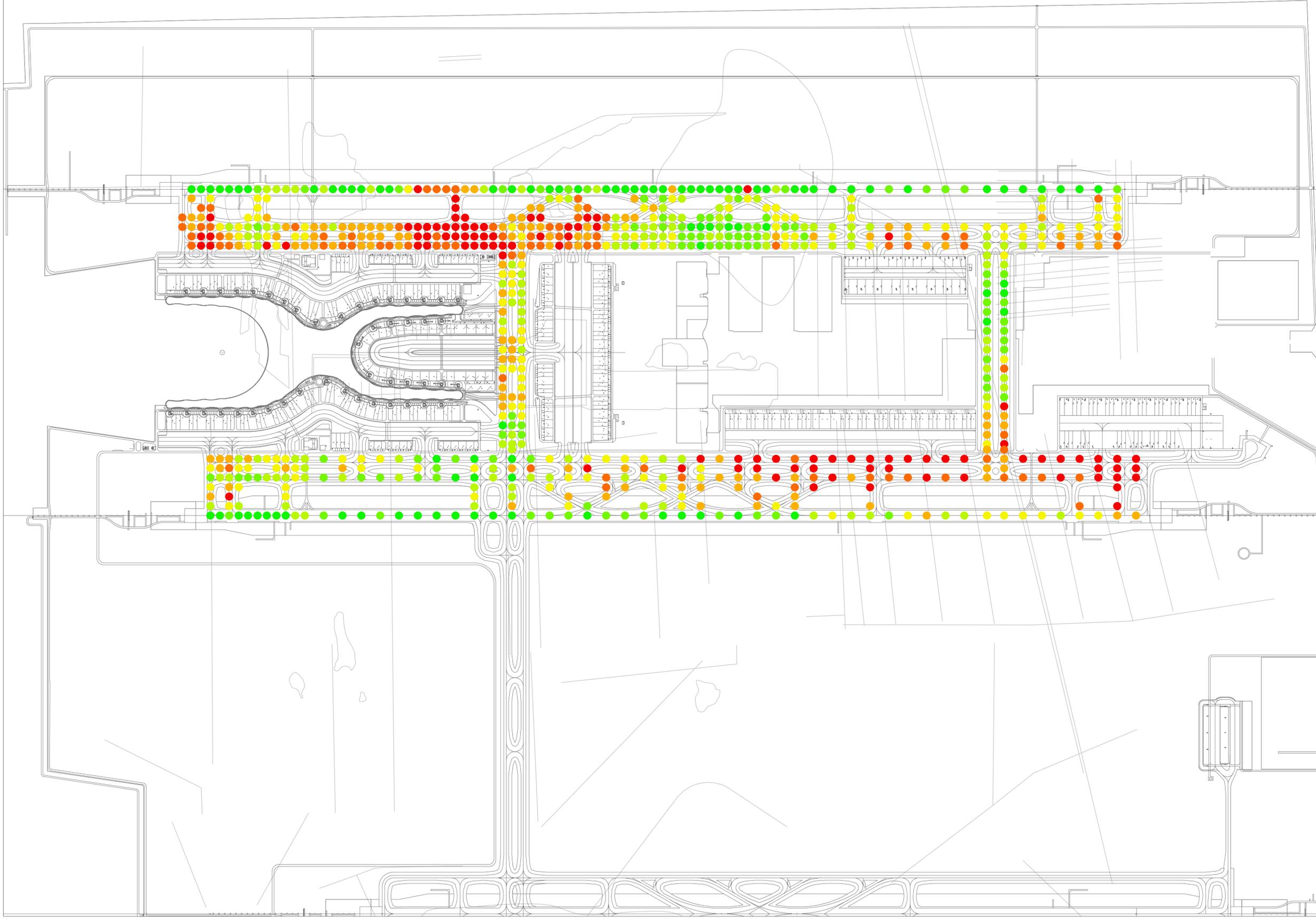


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

LEYENDA

Required settlement minus total settlement since start observations (corrected for subsidence)

- -100 - -25
- -20 - 0
- 0 - 25
- 25 - 50
- 50 - 75
- 75 - 100
- > 100



0.0	31.06.18	NOTICIA DE LA MÉTODO OBSERVACIONAL	N.A.
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ÁREAS DE DISEÑO

Dirección Corporativa de Infraestructura:		Raúl González Apolosa
Subdirección de Normatividad y Procesos Aeroportuarios:		M. Julia Calderón Sembrarino
Subdirección de Proyectos:		Guillermo Medina Méndez
Residente del Contrato:		Raúl Pulido Guzmán

TASANA Paseo de la Reforma #404
Torre Moncayo, Piso 14
Col. Juárez, delegación Cuauhtémoc
C.P. 06600, México D.F.



PROYECTO: NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL CIUDAD DE MÉXICO
CONJUNTO: ITP-SRO-DCAGI-SC-015-/2015
TITULO: ASENTAMIENTO REQUERIDO MENOS EL ASENTAMIENTO TOTAL DESDE EL INICIO DE LAS OBSERVACIONES, CORREGIDO POR HUNDIMIENTOS

ÁREAS DE DISEÑO: GEOTÉCNICO

FASE DEL PROYECTO: MÉTODO OBSERVACIONAL

N° DEL DIBUJO:	BX	90	XXX	XXXXXX	328	0.11
	DIS	SHT	LVL	SEC	SEQ	REV

ESCALA: 1:10000 TAMANO: A1

REVISO: RS CALCULO: PG

VERIFICO: MK DIBUJO: FH

VALIDO Y APROBO: Superintendente Javier Pascual FECHA: 31/06/2018 HOJA: 01 of 01

CLASIFICACION GENERAL DE GACM CLASIFICACION EXTERNA AL GACM