

**CONTROL TÉCNICO Y
PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.**



INFORME GEOTÉCNICO

Obra: AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY
Situación: OS CAEIROS, Nº 25 – CAMBADOS (PONTEVEDRA)
Fecha: ABRIL/2016
Clave: SE-033/16

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	Pág-2
2. TRABAJOS REALIZADOS.	Pág-3
3. GEOLOGÍA DE LA ZONA.	Pág-9
4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO.	Pág-10
4.1 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO.	Pág-10
4.2 HIDROGEOLOGÍA.	Pág-11
4.3 ACCIONES SÍSMICAS.	Pág-12
4.4 AGRESIVIDAD DEL MEDIO.	Pág-13
4.5 EXPANSIVIDAD DEL TERRENO.	Pág-14
4.6 EXCAVACIÓN Y CONTENCIÓNES.	Pág-14
5. TENSIONES ADMISIBLES. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.	Pág-16
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	Pág-17
7. ANEXOS:	
7.1 PLANO DE SITUACIÓN GENERAL DE LA PARCELA Y DESLINDE.	
7.2 PLANO GENERAL DE LOCALIZACIÓN DE LAS PROSPECCIONES REALIZADAS.	
7.3 MAPA GEOLÓGICO NACIONAL Y ENCUADRE DE LA ZONA DE ESTUDIO.	
7.4 COLUMNA LITOLÓGICA DEL SONDEO A ROTACIÓN.	
7.5 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA.	
7.6 ENSAYOS DE LABORATORIO.	
7.7 PERFIL GEOTÉCNICO.	
7.8 CÁLCULOS Y EVALUACIÓN DE TENSIONES ADMISIBLES Y ASIENTOS.	
7.9 REPORTAJE FOTOGRÁFICO.	

RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE
AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY EN CAMBADOS
(PONTEVEDRA)

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio fue realizado a solicitud de **CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.** y comprende el Reconocimiento Geotécnico realizado por GALAICONTROL, S.L., en una zona situada en Os Caeiros, nº 25, perteneciente al término municipal de Cambados (Pontevedra).

En dicha zona existe un edificio provisto de dos plantas y una cubierta con estructura de hormigón que forma parte del Instituto de Educación Secundaria Francisco Asorey. Actualmente se pretende modificar la cubierta existente en una superficie de 670 m² aproximadamente, donde se realizarán aulas en una zona actual de almacén en bajo cubierta.

El objeto de este estudio geotécnico está encaminado a obtener la siguiente información:

- Condiciones de los diferentes niveles que constituyen el subsuelo de la zona donde se prevé la ampliación de la estructura proyectada.
- Determinación de las características geotécnicas de los diferentes niveles; identificación, propiedades de estado y parámetros resistentes.
- Determinación y localización del nivel freático en la zona estudiada.
- Como consecuencia de los estudios definidos en los apartados anteriores, fijar criterios acerca de las condiciones de cimentación, de contención, excavación y drenaje de la estructura proyectada.

En el anexo 7.1 se puede observar el emplazamiento de la obra proyectada.

2. TRABAJOS REALIZADOS

La presente investigación se desarrolló de acuerdo a los requerimientos solicitados y abarcó el reconocimiento superficial de las características geológicas del emplazamiento, que se complementó con la información geológica y cartográfica disponible sobre la zona y la realización de los oportunos ensayos geotécnicos. Los objetivos previstos fueron la determinación de las características lito-estructurales de la parcela y evaluación de la capacidad portante de los materiales y sus condiciones de estabilidad. Se han realizado los siguientes trabajos:

- 2.1 Reconocimiento superficial de la parcela.
- 2.2 Realización de un sondeo a rotación con recuperación de testigo.
- 2.3 Realización de tres ensayos de penetración dinámica continua.
- 2.4 Realización de ensayos de laboratorio.

Con el fin de poder identificar, caracterizar y determinar las aptitudes como cimiento de los materiales constituyentes del terreno.

2.1. RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL DE LA PARCELA.

Como primera fase del estudio se llevó a cabo un reconocimiento superficial de la parcela, con la finalidad de estudiar las características regionales del terreno. Se reconocen aspectos relativos a la litología, geomorfología de la parcela, pendientes, hidrogeología y geografía en general, así como edificaciones medianeras a fin de estudiar las posibles afecciones que se puedan originar.

Así mismo, se analizó el Mapa Geológico de España (IGME), escala 1: 50.000 y el mapa geotécnico y de riesgos geológicos de la provincia de Pontevedra, escala 1:25.000 con la intención de recopilar información básica sobre la zona de estudio.

2.2. SONDEO GEOTÉCNICO.

Se realizó un sondeo geotécnico de reconocimiento vertical, que se identificó como sondeo "S-1", cuyo inicio se sitúa a cota de explanada actual, con la intención de estudiar las características del terreno en profundidad.

Este sondeo se realizó mediante técnicas de perforación con recuperación continua de testigo. El sondeo se perforó con un diámetro de 101 milímetros, utilizando batería sencilla (perforación en seco) y batería doble (con adición de agua) y corona de widia según la dureza del terreno. Se puede ver su ubicación en la planta de localización de las prospecciones. Los testigos recuperados se colocaron en cajas de PVC debidamente organizadas, para su examen posterior. Los trabajos de campo se realizaron entre los días 12 y 13 de Abril de 2016.

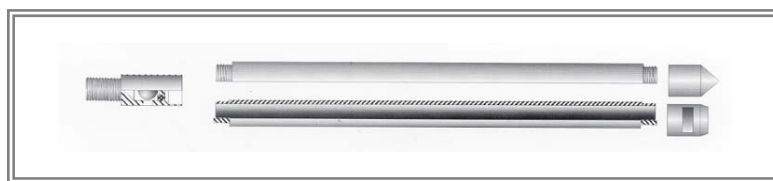
El sondeo realizado indica la presencia de un terreno en superficie correspondiente con unos limos arenosos de color pardo oscuro, grano fino y alto contenido en materia orgánica, junto con pequeños fragmentos rocosos; correspondientes con la cobertera vegetal y un relleno antrópico, con un espesor de 0,80 metros aproximadamente. Bajo ésta, se identificaron unas arenas limosas ligeramente plásticas al tacto, de color pardo y grisáceo, grano fino-medio; correspondientes con un suelo residual de naturaleza granítica ("jabre") alterado en G.M. V-VI, con un espesor de 5,40 metros aproximadamente. Finalmente, se observa un sustrato rocoso más sano, formado por una matriz pardo claro-ocre, junto con pequeños fragmentos rocosos, alterado en conjunto en G.M. IV, intensamente fracturado, donde más de la mitad del macizo rocoso original aparece transformado en suelo, con un espesor de al menos 2,80 metros.

Una vez finalizado el sondeo, el día 14 de Abril de 2016 se realizó una medición de la posición del nivel freático, localizándose a cota -4,50 metros respecto la cota de inicio del mismo.

En el anexo 7.4 se muestra la columna litológica del sondeo y las correspondientes fotografías de localización y materiales perforados.

2.3. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT).

Se realizaron tres ensayos adicionales de N_{SPT} , con objeto de estimar la capacidad portante del terreno así como la compacidad de los niveles atravesados. Para la realización de este ensayo se utiliza un tomamuestras bipartito estándar que se hince en el terreno mediante golpeo de una maza situada en la máquina del sondeo y cuyo dibujo se muestra a continuación:



Tomamuestras bipartito estándar (SPT)

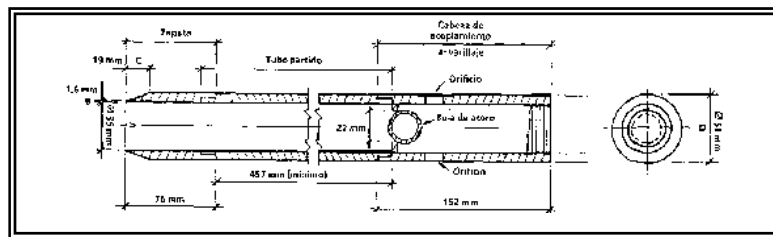
Este tipo de ensayo se realiza en el interior del sondeo y consiste en determinar el número de golpes necesarios para introducir en el terreno una puntaza de 60 cm de longitud, en cuatro intervalos sucesivos de 15 cm cada uno.

El número de N_{spt} viene definido por la suma de golpes necesarios para la hincia de los 30 cm intermedios. Cuando para hincar un tramo de 15 cm se necesita más de 50 golpes se detiene el ensayo y se anota un resultado de "rechazo". Como elemento de impacto se utiliza una cuchara, enroscada en el extremo del varillaje del sondeo, se hince en el terreno mediante los golpes de una masa de 63,50 Kg., dejada caer libremente desde una altura de 76 cm. A continuación se muestra los resultados de cada ensayo SPT y la compacidad de los materiales atravesados:

Sondeo	SPT nº	Profundidad del ensayo	Golpeo N_{15}	N_{SPT}	Compacidad
"S-1"	1	1,00-1,60 m	6-7-7-9	14	MEDIA
"S-1"	2	3,00-3,60 m	9-10-12-15	22	MEDIA
"S-1"	3	5,00-5,50 m	12-22-49-R	>50	MUY DENSA

2.4. TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS.

Se realizó un total de una muestra inalterada, utilizando un tomamuestras tipo abierto de pared gruesa y diámetro 98 mm Ø para obtener muestras de terreno en terrenos de mayor consistencia. A continuación se muestra un esquema de los tomamuestras utilizado:



Tomamuestras abierto de pared gruesa

A continuación se expone una tabla resumen donde se indica la profundidad, nivel geotécnico y tomamuestras utilizado en cada una de las muestras extraídas:

Procedencia de la muestra	Profundidad de la muestra	Nivel geotécnico muestreado	Tomamuestras utilizado
"S-1"	-2,20-2,80 metros respecto la cota de inicio del sondeo	Suelo residual granítico (G.M. V-VI)	ABIERTO DE PARED GRUESO

2.5. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA.

Se realizaron un total de tres ensayos de penetración dinámica continua tipo borros. Los penetrómetros se distribuyeron en lugares de interés para esta obra. El ensayo se encuentra descrito en la norma UNE 103-801. Los trabajos de campo se realizaron el día 11 de Abril de 2016.

El ensayo consiste en ir introduciendo ininterrumpidamente una puntaza cuadrada de 40 mm de lado, cuyo extremo tiene forma piramidal. Dicha punta se introduce mediante un varillaje de acero macizo de 32 mm de diámetro y una maza de 63,5 Kg de peso que cae libremente desde una altura de 50 cm.

A medida que se va realizando el ensayo se van anotando los golpes necesarios en cada cota para que se produzca una penetración de la punta de 20 cm en el suelo del terreno, llevando la prueba hasta que se obtiene el rechazo. Esto ocurre cuando $N_{020} > 100$ golpes o cuando se obtiene constantemente una resistencia adecuada. Para mayor seguridad los rechazos son verificados mediante una segunda o tercera andanada. A continuación se muestra la profundidad alcanzada en cada ensayo y su cota de inicio:

	Cota inicio del PDC	Profundidad alcanzada
PDC-1	Cota explanada	0,60 m
PDC-2	Cota explanada	5,00 m
PDC-3	Cota explanada	2,60 m

En los anexos 7.2 y 7.5 se muestran respectivamente, la localización de los ensayos y los resultados obtenidos en cada prueba.

2.6. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Sobre la base de los perfiles del terreno, obtenidos durante la testificación de los materiales extraídos en el sondeo, se seleccionó una muestra del suelo residual de naturaleza granítica (“jabre”) alterado en G.M. V-VI; para ser trasladadas al laboratorio, donde fueron examinadas por personal técnico especializado, realizándose los oportunos ensayos de identificación y agresividad, eligiéndose los más adecuados en función de la naturaleza del terreno y el tipo de obra a proyectar.

A continuación se expone una tabla de situación de las distintas muestras ensayadas y la norma aplicada en cada caso:

Procedencia de la muestra	Profundidad de la muestra	Material ensayado	Ensayos realizados	Norma aplicada
Sondeo “S-1”	-2,20-2,80 metros respecto la cota de inicio del sondeo	Suelo residual granítico “jabre” (G.M. V-VI)	Humedad natural, Densidad aparente/seca, Granulometría, Límites de Atterberg y Agresividad.	UNE

En el anexo 7.6 se muestra una tabla resumen de los resultados obtenidos en los ensayos realizados, junto el informe desarrollado de cada uno de ellos.

3. GEOLOGÍA DE LA ZONA

Geológicamente la zona de Cambados se encuentra localizada según la distribución de Ph. Matte (1968) dentro de la Zona V: Galicia Occidental-NW de Portugal. Caracteriza a dicha zona, la presencia de un complejo metasedimentario constituyendo el sustrato sobre los que progresivamente se han ido emplazando granitoides de diversa naturaleza durante la Orogenia Hercínica (hace 600 m.a.), siendo comunes en esta zona granitos de afinidad alcalina, granodioritas con megacrystales de feldespato potásico, gneises y granodioritas biotíticas.

En la zona se distinguen tres cuerpos estratigráficos: granodiorita y granito biotítico-anfibolítico, y los depósitos aluviales y depósitos de terraza cuaternaria. Respecto a los primeros, no presenta enclaves de rocas metasedimentarias. Se trata de granitos y granodioritas con un contacto intrusivo muy neto, rectilíneo. No existe ningún rasgo estructural atribuible a la segunda fase hercínica. Se ha observado un cierto grado de metamorfismo de contacto y la aparición de bandas gneísicas.

El terreno presente en nuestra zona de estudio se identifica con la granodiorita de Caldas de Reis. Se trata de un granito emplazado con posterioridad a las fases hercínicas conocidas en esta región, evidencia en zonas una estructura planar de los feldespatos debida al flujo magmático y está afectado por las fases tardihercínicas de fracturación, presentando un conjunto de fracturas y diaclasas subverticales muy claras, de dirección NO-SE y NE-SO que favorecen grandemente su meteorización.

Con relación a los depósitos cuaternarios, existen depósitos correspondientes a dunas, playas antiguas y rasa litoral, y están ligados a la existencia de una antigua superficie de erosión costera que llega a alcanzar un gran desarrollo superficial. Son en general depósitos subhorizontales muy poco potentes con arenas cuarcíticas y algunos fragmentos de roca diversas, en particular del granito de Caldas de Reis. Destacan también los suelos residuales procedentes de la alteración del sustrato rocoso subyacente.

En el anexo 7.3 se muestra el Mapa Geológico Nacional, donde se pueden observar las diferentes formaciones geológicas de la zona de estudio.

4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO

4.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO.

A continuación se muestra una descripción de los materiales del subsuelo:

✓ **NIVEL-1: Cobertura vegetal y Relleno antrópico.**

Estos materiales se encuentran emplazados en la parte más superficial del terreno. Se trata de unos limos arenosos sueltos de color pardo oscuro, de escasa compacidad y moderado contenido en materia orgánica, junto con pequeños fragmentos rocosos; correspondientes con la cobertura vegetal y un relleno antrópico. El espesor es entre 0,80-1,20 metros aproximadamente. Se puede considerar que este tipo de terrenos presenta una capacidad portante inferior a 0,50 Kp/cm².

✓ **NIVEL-2: Suelo residual granítico "jabre" (G.M. V-VI).**

A continuación, se identifican unas arenas limosas ligeramente plásticas al tacto, de grano fino-medio y color pardo y grisáceo, que se corresponden con un suelo de alteración granítica alterado en G.M. V-VI, comúnmente denominado "jabre". Estos materiales se pueden clasificar como unas *arenas limosas "SM"*. Este tipo de terrenos presenta una compacidad suelta a media-densa con la profundidad y se interpreta (en base a los golpes obtenidos), que el presente nivel geotécnico admite cargas admisibles de cimentación bajas-medias, dentro del abanico entre 0,50-2,50 Kp/cm². Este nivel es ripable mediante medios convencionales. El espesor es variable en función de la zona a considerar, de 0,60-5,40 metros aproximadamente.

✓ **NIVEL-3: Sustrato rocoso granítico (G.M. IV).**

Finalmente, se identifica un sustrato rocoso de naturaleza granítica formado por una matriz areno-limosa de color pardo claro-ocre y grisácea, grano fino-medio; junto con pequeños fragmentos rocosos, alterado en su conjunto en G.M. IV, intensamente fracturado. Más de la mitad del macizo rocoso original aparece transformado en suelo. Presenta una compacidad muy densa-rechazo con la profundidad y se interpreta que el presente nivel geotécnico admite cargas admisibles de cimentación medias-altas, superior a 2,50 Kp/cm². El espesor es de al menos 2,80 metros, según el sondeo "S-1".

4.2. HIDROGEOLOGÍA.

En lo que se refiere a la hidrogeología de la parcela, hay que resaltar que en el sondeo se detectó la presencia de agua de origen freático a cota -4,50 metros respecto la cota de inicio del mismo.

Las medidas realizadas corresponden a medidas puntuales, tanto a nivel espacial como temporal, pudiéndose producir variaciones estacionales inducidas por diversos factores, como pueden ser aportes pluviométricos, obras en las inmediaciones, etc.

Desde el punto hidrogeológico, tanto la cobertura vegetal-relleno antrópico, los suelos residuales graníticos "jabres", como el sustrato rocoso granítico en sus diferentes grados de alteración se comportan de manera diferente. Una vez evaluados los ensayos de laboratorio y empleando correlaciones entre parámetros geotécnicos, definidos según *Casagrande* y *R.E.FADUM*, para unos materiales de estas características pueden estimarse las siguientes permeabilidades teóricas:

- ✓ Nivel geotécnico 1 (cobertura vegetal-relleno antrópico)-----→drenaje regular-----→K = 10^{-2} cm/s.
- ✓ Nivel geotécnico 2 (suelo residual granítico "jabre" – G.M. V-VI)-----→drenaje regular-----→K = 10^{-4} cm/s.
- ✓ Nivel geotécnico 3 (sustrato rocoso granítico – G.M. IV)-----→ drenaje malo-----→K = 10^{-7} cm/s.

De una manera más intuitiva, en función de los materiales y sus características pueden estimarse las siguientes permeabilidades teóricas:

k en cm/s	10 ²	10 ¹	1,0	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹				
Drenaje			Bueno				Malo		Prácticamente impermeable							
Tipo de suelo	Grava limpia		Arenas limpias, mezclas arenoso-gravosas limpias			Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena limosa y arcillas, depósitos glaciares, arcillas estratigráficas, etc.			Suelos impermeables como arcillas homogéneas							
							Suelos impermeables por efecto de la vegetación y la intemperie									
Determinación directa de K	Realizar test de permeabilidad, directamente en el emplazamiento a estudiar. Para obtener resultados fidedignos se requiere mucha experiencia.															
	Obtener K mediante el permeámetro de carga constante. Se requiere poca experiencia.															
Determinación indirecta de K	Usar permeámetro de carga variable requiere poca experiencia															
	Con el permeámetro de carga decreciente, se requiere mucha experiencia.															
	Con el permeámetro de carga decreciente se requiere bastante experiencia por lo que es medianamente fiable.															
	Obtener K a partir de la curva granulométrica. Sólo sirve para arenas y gravas poco cohesivas y limpias															
	Obtener K a partir de ensayos de consolidación. Se requiere bastante experiencia.															



4.3. ACCIONES SÍSMICAS.

De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-2002), la zona que nos ocupa presenta una aceleración sísmica básica inferior a 0.04g ($a_b < 0.04g$) siendo g la gravedad.

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de construcción en proyecto se calificaría como de Normal Importancia que son "aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos". La aceleración sísmica de cálculo viene dada por:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

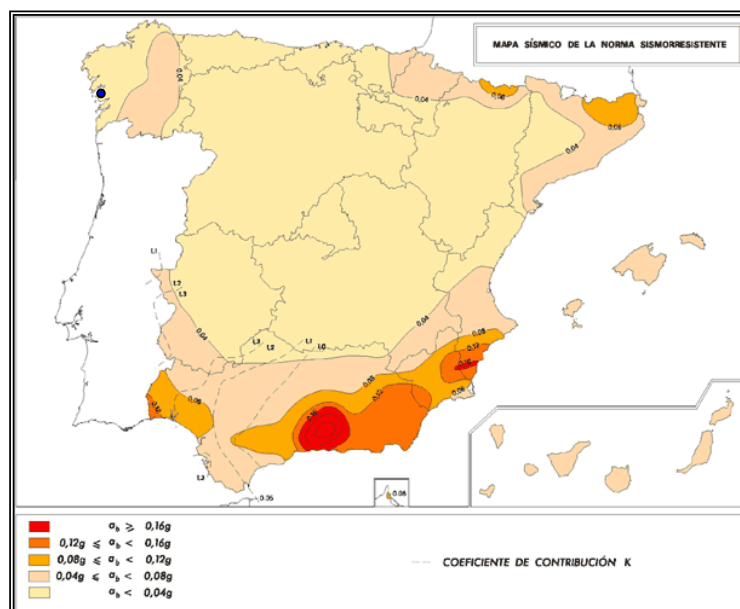
donde:

- ✓ a_c : Aceleración sísmica básica.
- ✓ ρ : Coeficiente adimensional de riesgo.
- ✓ S : Coeficiente de amplificación del terreno

La aplicación de esta norma no es obligatoria en los siguientes casos:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0.08 g.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se mide por medio del mapa de peligrosidad sísmica de la figura siguiente:



4.4. AGRESIVIDAD DEL MEDIO.

En base a los análisis de agresividad realizados en el terreno, se deduce que se trata de terrenos; por lo que en caso necesario, se requeriría el empleo de un hormigón que cumpla con las condiciones de exposición especificadas. De acuerdo con la Instrucción de hormigón estructural EHE, capítulo II, la zona que nos ocupa está sometida a un ambiente definido por las siguientes clases de exposición:

- ✓ Clase general de exposición: II-a.
- ✓ Clase específica de exposición: No tiene.
- ✓ Tipo de ambiente: IIa.

4.5. EXPANSIVIDAD.

Por los conocimientos geotécnicos que se tienen de la zona y de los materiales componentes del subsuelo y los residuales, indican que se trata de terrenos no colapsables ni expansivos, por lo que no habrá que tomar ninguna medida especial en este sentido.

4.6. EXCAVACIÓN Y CONTENCIONES.

Respecto a los materiales, aunque no hay previsto ejecutar ningún tipo de excavación, podemos decir que tanto la cobertera vegetal-relleno antrópico (Nivel-1) como el suelo residual granítico "jabre" alterado en G.M. V-VI (Nivel-2), pueden ser excavados con medios convencionales (excavadoras); mientras que para el sustrato rocoso granítico alterado en G.M. IV (Nivel-3), se requeriría el uso de maquinaria potente (excavadoras potentes).

En cuanto a las medidas de contención, dada la entidad de la ampliación, se trata de sustituir la cubierta existente por unas aulas, no será necesario tomar ninguna medida especial.

A efectos de diseño y cálculo, se recomienda adoptar los siguientes parámetros geotécnicos para el cálculo de empujes, en caso necesario:

❖ **Nivel geotécnico 1 (cobertera vegetal-relleno antrópico):**

- ✓ *Ángulo de rozamiento interno (ϕ) = 15° - 20° .*
- ✓ *Cohesión (C) = $0,00$ - $0,05$ Kg/cm².*
- ✓ *Densidad aparente (γ_a) = $1,40$ g/cm³.*
- ✓ *Densidad seca (γ_d) = $1,25$ g/cm³.*

❖ **Nivel geotécnico 2 (suelo residual granítico “jabre” – G.M. V-VI):**

- ✓ *Ángulo de rozamiento interno (ϕ) = 25°-30°.*
- ✓ *Cohesión (C) = 0,05-0,15 Kg/cm².*
- ✓ *Densidad aparente (γ_a) = 1,64 g/cm³.*
- ✓ *Densidad seca (γ_d) = 1,36 g/cm³.*

❖ **Nivel geotécnico 3 (sustrato rocoso granítico – G.M. IV):**

- ✓ *Ángulo de rozamiento interno (ϕ) = 30°-35°.*
- ✓ *Cohesión (C) = 0,15-0,25 Kg/cm².*
- ✓ *Densidad aparente (γ_a) = 2,15 g/cm³.*
- ✓ *Densidad seca (γ_d) = 2,05 g/cm³.*

5. TENSIONES ADMISIBLES. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

La estimación de la tensión admisible del terreno se realiza a partir de los datos obtenidos tanto en los ensayos de campo como en base a los resultados de laboratorio y cuya metodología y cálculos efectuados se explican en el anexo 7.8.

Una vez analizados todos los ensayos de penetración dinámica continua, sondeo y considerando que se trata de la ampliación del edificio del instituto, constituida por una cubierta metálica, se procedió a evaluar la capacidad portante del terreno.

Los ensayos geotécnicos nos indican que existe un primer nivel de cobertera vegetal y relleno antrópico (probablemente el terreno del trasdós al realizar la cimentación del edificio), con un espesor de 0,80-1,20 metros. Bajo éste existe un nivel de “jabres” de compacidad suelta a media-densa, con un espesor muy variable, en el caso del penetrómetro “PDC-1” se repitió 3 veces, con un rechazo a 0,60 metros en todos ellos; mientras que en el penetrómetro “PDC-2” el rechazo se sitúa a los 5,00 metros de profundidad. A partir de éstas cotas, se identifica un sustrato rocoso alterado en G.M. V, de compacidad muy densa.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la cimentación existente y que las zapatas se encuentran apoyadas en el nivel de “jabres” a cota -2,00 metros respecto la cota natural del terreno, se ha calculado una tensión admisible de hasta 2,70 Kp/cm², con unos asientos absolutos máximos de 2,50 centímetros. También se ha calculado una distorsión angular inferior a 0,002, admisible para este tipo de estructuras.

Como medida complementaria, en caso de ser necesario para las nuevas cargas, se puede recurrir a un refuerzo de las zapatas existentes mediante micropilotes que atraviesen las mismas y alcancen un nivel del terreno con mayor capacidad portante.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A solicitud de CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A., GALAICONTROL, S.L. realizó la comprobación de la capacidad portante del subsuelo de una parcela situada en una zona situada en Os Caeiros, nº 25, perteneciente al término municipal de Cambados (Pontevedra). En dicha zona existe un edificio provisto de dos plantas y una cubierta con estructura de hormigón que forma parte del Instituto de Educación Secundaria Francisco Asorey. Actualmente se pretende modificar la cubierta existente en una superficie de 670 m² aproximadamente, donde se realizarán aulas en una zona actual de almacén en bajo cubierta. Para el estudio geotécnico se ha realizado un sondeo, tres penetrómetros, ensayos de laboratorio e inspección del terreno.
- Los ensayos de campo realizados indican la presencia de un terreno en superficie correspondiente con unos limos arenosos de color pardo oscuro, grano fino y alto contenido en materia orgánica, junto con pequeños fragmentos rocosos; correspondientes con la cobertera vegetal y un relleno antrópico, con un espesor de 0,80-1,20 metros aproximadamente. Bajo ésta, se identificaron unas arenas limosas ligeramente plásticas al tacto, de color pardo y grisáceo, grano fino-medio; correspondientes con un suelo residual de naturaleza granítica ("jabre") alterado en G.M. V-VI, con un espesor de 0,60-5,40 metros aproximadamente. Finalmente, se observa un sustrato rocoso más sano, formado por una matriz pardo claro-ocre, junto con pequeños fragmentos rocosos, alterado en conjunto en G.M. IV, intensamente fracturado, donde más de la mitad del macizo rocoso original aparece transformado en suelo, con un espesor de al menos 2,80 metros.
- En lo que se refiere a la hidrogeología de la parcela, hay que resaltar que en el sondeo se detectó la presencia de agua de origen freático a cota -4,50 metros respecto la cota de inicio del mismo.
- De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-2002), no es necesario tomar ninguna medida especial en la ejecución de las estructuras.
- Por los conocimientos geotécnicos que se tienen de la zona y de los materiales componentes del subsuelo y los residuales, no son terrenos colapsables ni expansivos, por lo que no habrá que tomar ninguna medida especial en este sentido.
- En base a los análisis de agresividad realizados en el terreno, se deduce que se trata de terrenos no agresivos al hormigón, por lo que en caso necesario, se requerirá el empleo de un hormigón que cumpla con la condición de exposición IIa.

- Respecto a los materiales, aunque no hay previsto ejecutar ningún tipo de excavación, podemos decir que tanto la cobertera vegetal-relleno antrópico (Nivel-1) como el suelo residual granítico “jabre” alterado en G.M. V-VI (Nivel-2), pueden ser excavados con medios convencionales (excavadoras); mientras que para el sustrato rocoso granítico alterado en G.M. IV (Nivel-3), se requeriría el uso de maquinaria potente (excavadoras potentes).
- En cuanto a las medidas de contención, dada la entidad de la ampliación, se trata de sustituir la cubierta existente por unas aulas, no será necesario tomar ninguna medida especial.
- Con respecto a las condiciones de cimentación, los ensayos geotécnicos nos indican que existe un primer nivel de cobertera vegetal y relleno antrópico (probablemente el terreno del trasdós al realizar la cimentación del edificio), con un espesor de 0,80-1,20 metros. Bajo éste existe un nivel de “jabres” de compacidad suelta a media-densa, con un espesor muy variable, en el caso del penetrómetro “PDC-1” se repitió 3 veces, con un rechazo a 0,60 metros en todos ellos; mientras que en el penetrómetro “PDC-2” el rechazo se sitúa a los 5,00 metros de profundidad. A partir de éstas cotas, se identifica un sustrato rocoso alterado en G.M. V, de compacidad muy densa.
- Teniendo en cuenta las dimensiones de la cimentación existente y que las zapatas se encuentran apoyadas en el nivel de “jabres” a cota -2,00 metros respecto la cota natural del terreno, se ha calculado una tensión admisible de hasta 2,70 Kp/cm², con unos asientos absolutos máximos de 2,50 centímetros. También se ha calculado una distorsión angular inferior a 0,002, admisible para este tipo de estructuras.
- Como medida complementaria, en caso de ser necesario para las nuevas cargas, se puede recurrir a un refuerzo de las zapatas existentes mediante micropilotes que atraviesen las mismas y alcancen un nivel del terreno con mayor capacidad portante.



Emilio Otero Martínez
Director

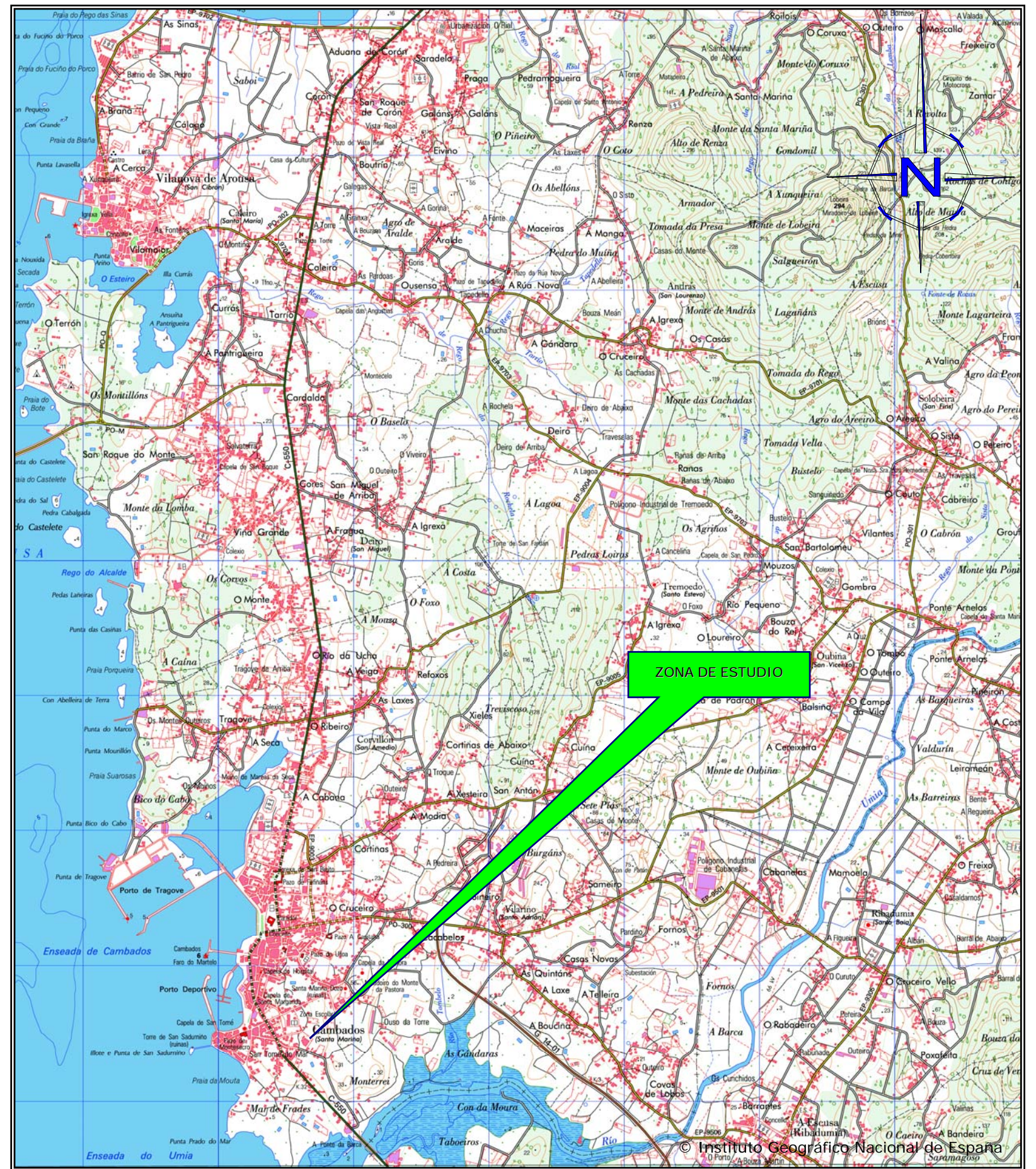
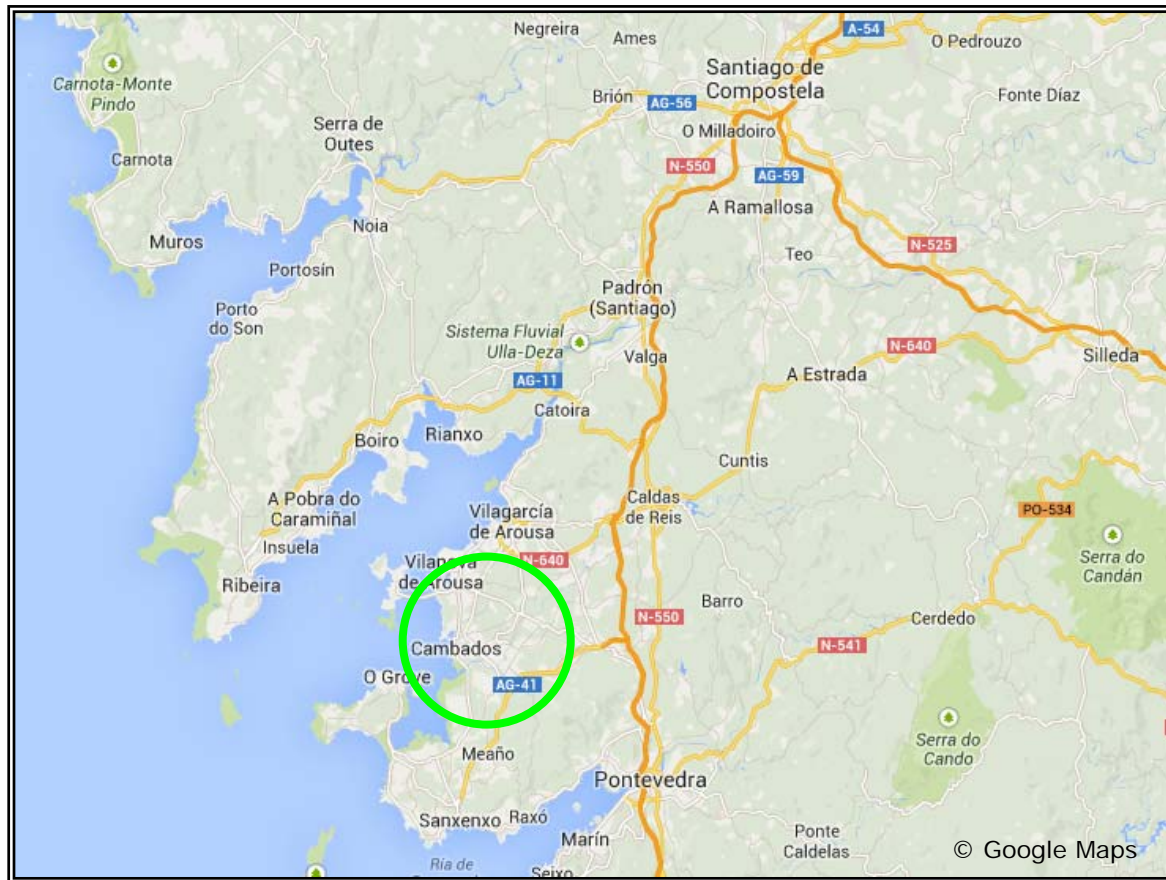
Vigo, Abril de 2016

Eduardo Villota Carreño
Geólogo. Colegiado nº 5781

7.ANEXOS

ANEXO 7.1

**PLANO DE DESLINDE Y SITUACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE
ESTUDIO**



Promotor:

CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.

Fecha:

Abril-16

Escala Gráfica:

Escala:

Título de la obra:

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY EN OS CAEIROS, Nº 25 - CAMBADOS (PONTEVEDRA)

Tamaño

A3

Plano

1/4

Hoja

1/1



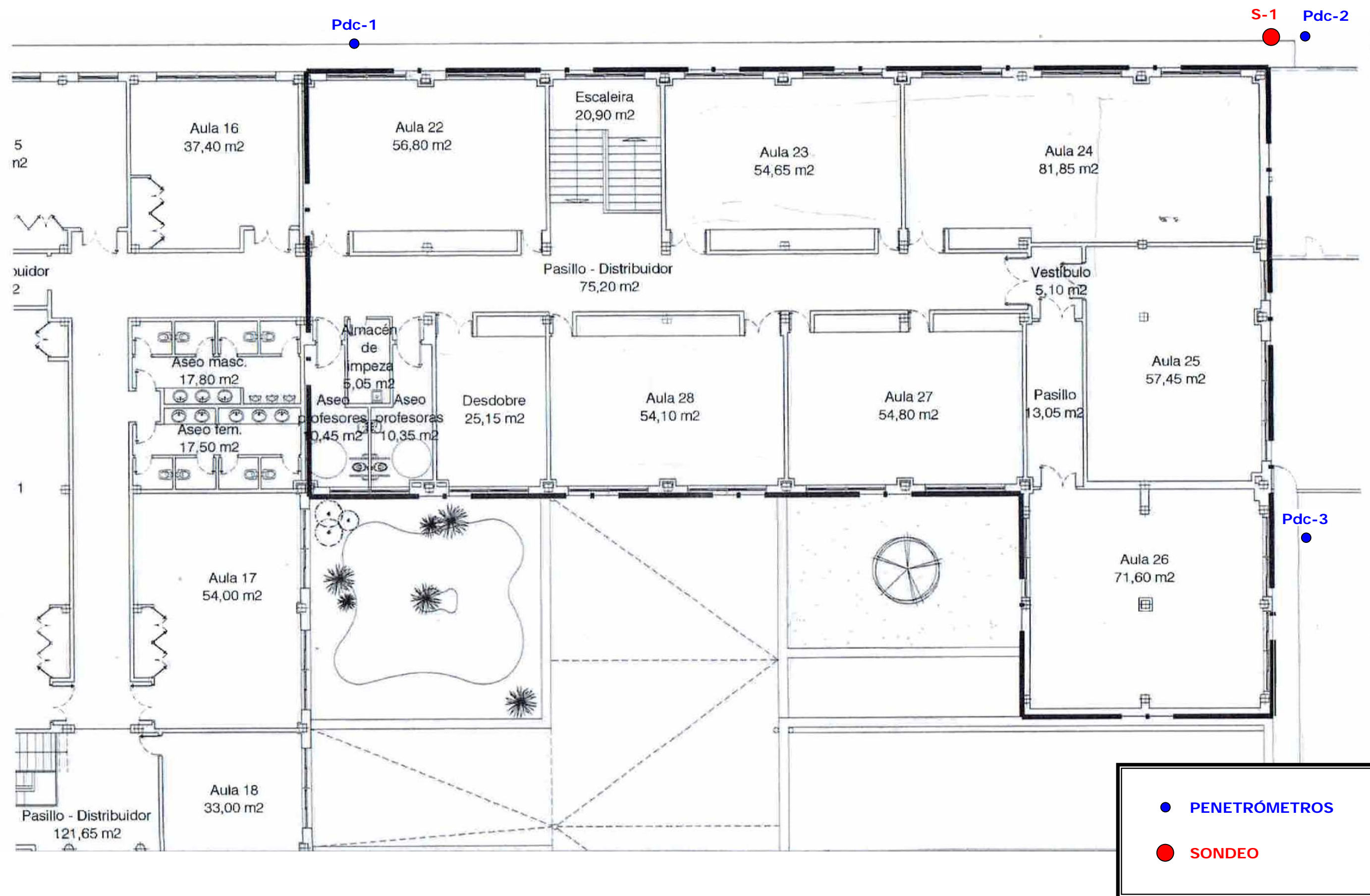
Autor: E. Villota Carreño
Geólogo. Colegiado nº 5781

Título del plano

PLANO DE SITUACIÓN Y DESLINDE DE LA PARCELA

ANEXO 7.2

**PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LAS PROSPECCIONES
REALIZADAS**



Promotor:

CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.

Fecha:

Abril-16

Escala Gráfica:

Escala:

Título de la obra:

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY EN OS CAEIROS, Nº 25 - CAMBADOS (PONTEVEDRA)

Tamaño

A3

Plano

2/4

Hoja

1/1



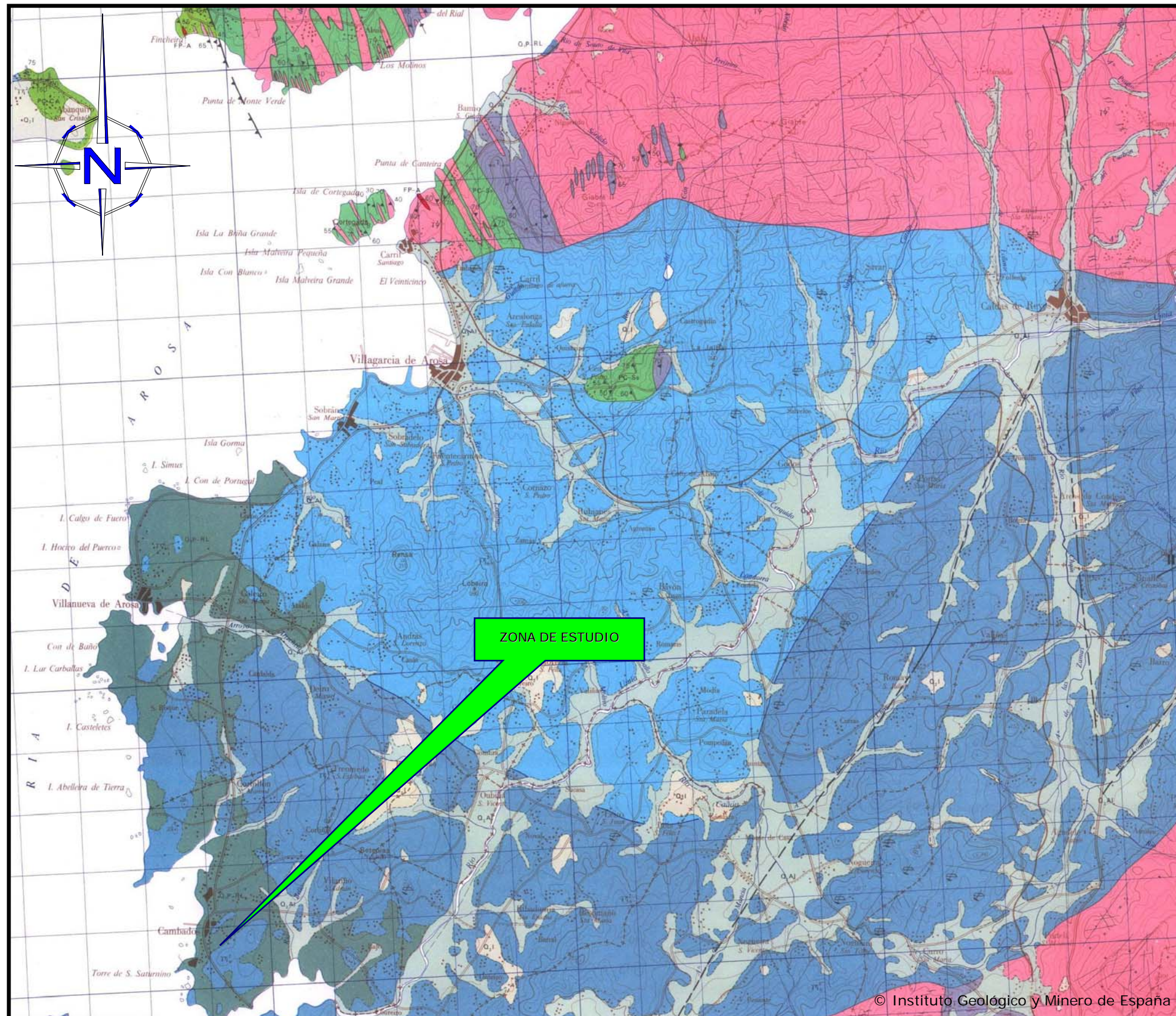
Autor: E. Villota Carreño
Geólogo. Colegiado nº 5781

Título del plano

PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LAS PROSPECCIONES

ANEXO 7.3

**MAPA GEOLÓGICO NACIONAL Y ENCUADRE DE
LA ZONA DE ESTUDIO**



© Instituto Geológico y Minero de España

LEYENDA

CUAT.	HOLOCENO	O ₃ Al	O ₂ I	O ₂ Al	Llanuras aluviales y fondos de vaguada
	PLEISTOCENO	O ₃ P-RL	O ₂ I	O ₂ I	Indiferenciado
				O ₃ P-RL	Playas antiguas y rasa litoral

DOMINIO MIGMATITICO Y DE LAS ROCAS GRANITICAS. GRUPO DE LAGE

PRECAMBRICO-SILURICO	PC-Sa	PC-Se	Esquistos y paragneiss
----------------------	-------	-------	------------------------

ROCAS PLUTONICAS

ROCAS GRANITICAS TARDIHERCINICAS

T ₃	T ₃	Granodiorita isotrópica tipo Caldas de Reyes
T ₃	T ₃	Granodiorita isotrópica tipo Caldas de Reyes con anfibol

ROCAS GRANITICAS HERCINICAS

T ₂	T ₂	Granito migmatítico
T ₂	T ₂	Granito homogéneo (presuntivo)
T ₂	T ₂	Zonas graníticas homogéneas
T ₂	T ₂	Zonas graníticas heterogéneas
T ₂	T ₂	Granodiorita gruesa con megacrastos

ROCAS GRANITICAS PREHERCINICAS

Gr ₁	Gr ₁	Granito glandular
-----------------	-----------------	-------------------

COMPLEJO DE NOYA

PRECAMBRICO-CAMBRICO	PC-CA	PC-CA	Esquistos y paragneiss con algunas intercalaciones de porfíridos y cuarcitas
			Porfíridos de plagioclasa

ROCAS FILONIANAS POSTECTONICAS

FP-A	FP-A	Pegmatitas
G ₁	G ₁	Gabros

Promotor:

CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.

Fecha:

Abril-16

Escala Gráfica:

Escala:

Título de la obra:

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY EN OS CAEIROS, Nº 25 - CAMBADOS (PONTEVEDRA)

Tamaño

A3

Plano

3/4

Hoja

1/1



Autor: E. Villota Carreño
Geólogo. Colegiado nº 5781

Título del plano

PLANO GEOLÓGICO NACIONAL Y ENCUADRE DE LA ZONA DE ESTUDIO

ANEXO 7.4

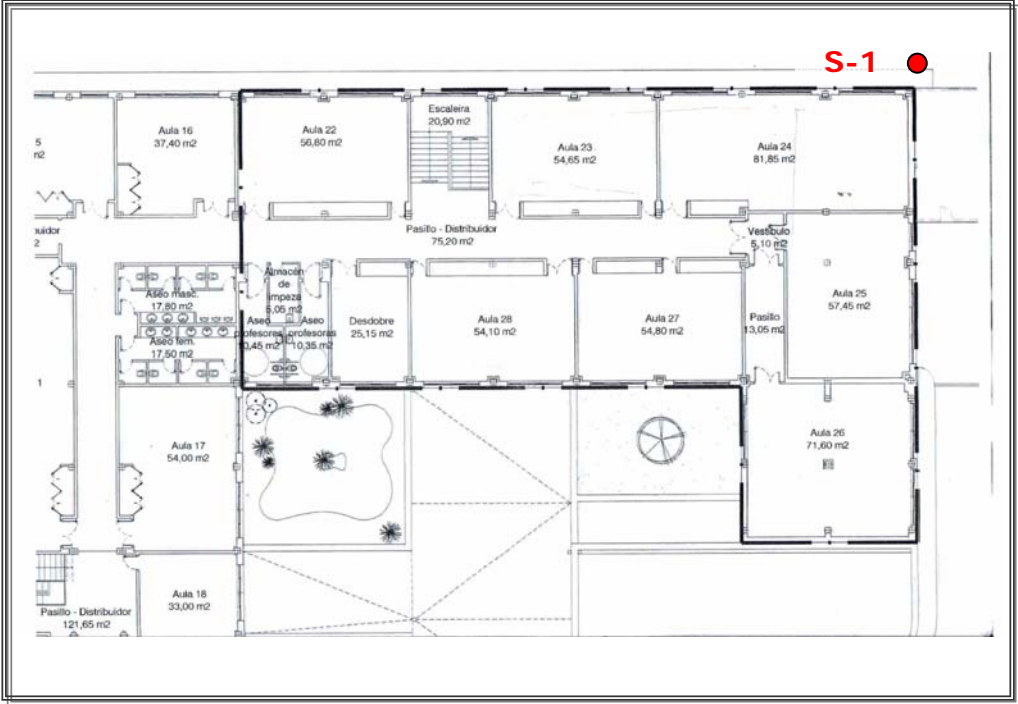
COLUMNA LITOLÓGICA DEL SONDEO

PETICIONARIO: CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.		OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO	PROYECTO: AMPLIACIÓN I.E.S. EN CAMBADOS	TÉCNICO ENCARGADO: E. VILLOTA	FECHA INICIO: 12-04-16	FECHA FINAL: 13-04-16
SONDEO Nº: SONDEO "S-1"	NATURALEZA DEL TERRENO: GRANÍTICA	SITUACIÓN: OS CAEIROS, Nº 25 – CAMBADOS (PONTEVEDRA)		COTA DE INICIO: COTA NATURAL DEL TERRENO		COTA FINAL: COTA -9,00 METROS

TIPO DE BATERÍA Y DIÁMETRO	TIPO DE CORONA	ESCALA (METROS)	ESPESOR DEL NIVEL (METROS)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	NIVEL GEOTÉCNICO	NIVEL FREÁTICO	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D. (%)	GRADO DE ALTERACIÓN (ISRM)	Nº DE FRACTURAS CADA 30 cms (N30).	ENSAYOS IN SITU			ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
												ENSAYO SPT		MUESTRAS DE TERRENO		OTROS ENSAYOS	Humedad natural (%)	Densidad aparente/seca (gr/cm³)	Límites de Atterberg		Granulometría (% que pasa)				Corte directo		OTROS ENSAYOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
												Cota	Golpeo N ₁₅	Cota	Tipo de muestra				L.L.	I.P.	#5	#0,40	#0,080	Pasa	Φ (°)	C (Kg/cm²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
B.S. 101 Ø	W	0,00	(0,80)		Limos arenosos, de color pardo oscuro, grano fino, de escasa compacidad y ligero contenido en materia orgánica; junto con pequeños fragmentos rocosos, correspondientes con la cobertera vegetal y un relleno antrópico.	N ₁																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Observaciones: B.S.: Batería sencilla; B.D.: Batería doble; B.T.: Batería triple; W: Corona widia; D: Corona diamante; M.I.: Muestra inalterada; M.P.: Muestra parafinada; M.A.: Muestra alterada; M.E.: Muestra envasada; SPT: Ensayo de penetración estándar; R: Rechazo

PETICIONARIO: CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.		OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO	PROYECTO: AMPLIACIÓN I.E.S. EN CAMBADOS	TÉCNICO ENCARGADO: E. VILLOTA	FECHA INICIO: 12-04-16	FECHA FINAL: 13-04-16
SONDEO Nº: SONDEO "S-1"	NATURALEZA DEL TERRENO: GRANÍTICA	SITUACIÓN: OS CAEIROS, Nº 25 – CAMBADOS (PONTEVEDRA)		COTA DE INICIO: COTA NATURAL DEL TERRENO		COTA FINAL: COTA -9,00 METROS



Croquis situación del sondeo "S-1"



Emplazamiento del sondeo "S-1"



S-1 (0,00-3,60 m)



S-1 (3,60-7,00 m)



S-1 (7,00-9,00 m)

ANEXO 7.5

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA PESADA TIPO BORROS

PETICIONARIO:	CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.	
OBRA:	AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY	P.D.C. N° 1 de 3
FECHA:	11/04/2016	
SITUACIÓN:	OS CAEIROS, N° 25 - CAMBADOS (PONTEVEDRA)	
COTA INICIO:	COTA EXPLANADA	CLAVE: SE-033/16
NIVEL FREÁTICO:	NO DETECTADO	

RESUMEN Datos de campo



D. Luis Alberto Otero Lemos
JEFE DE AREA GEOTÉCNIA (GTC/GTL)

D. Emilio Otero Martínez
DIRECTOR DEL LABORATORIO





ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA PESADA TIPO BORROS

PETICIONARIO:	CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.	
OBRA:	AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY	P.D.C. N° 2 de 3
FECHA:	11/04/2016	
SITUACIÓN:	OS CAEIROS, N° 25 - CAMBADOS (PONTEVEDRA)	
COTA INICIO:	COTA EXPLANADA	CLAVE: SE-033/16
NIVEL FREÁTICO:	NO DETECTADO	

RESUMEN Datos de campo

Nborros	Prof.Par. (cm)	Profund. (cm)	Compa cidad	<div style="text-align: center;"> Nborros vs Profundidad (cm) </div>
0	0	0		
3	20	20	muy suelta	
6	20	40	suelta	
9	20	60	media	
15	20	80		
3	20	100	muy suelta	
4	20	120		
5	20	140	suelta	
5	20	160		
10	20	180	media	
7	20	200	suelta	
11	20	220	media	
10	20	240		
14	20	260		
11	20	280		
17	20	300		
18	20	320		
20	20	340		
24	20	360		
37	20	380	densa	
47	20	400	muy densa	
59	20	420		
62	20	440		
74	20	460		
96	20	480		
148	20	500	rechazo	



D. Luis Alberto Otero Lemos
JEFE DE AREA GEOTÉCNIA (GTC/GTL)

D. Emilio Otero Martínez
DIRECTOR DEL LABORATORIO





ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA PESADA TIPO BORROS

PETICIONARIO:	CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.	
OBRA:	AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY	P.D.C. N° 3 de 3
FECHA:	11/04/2016	
SITUACIÓN:	OS CAEIROS, N° 25 - CAMBADOS (PONTEVEDRA)	
COTA INICIO:	COTA EXPLANADA	CLAVE: SE-033/16
NIVEL FREÁTICO:	NO DETECTADO	

RESUMEN Datos de campo

Nborros	Prof.Par. (cm)	Profund. (cm)	Compa cidad	<div style="text-align: center;"> Nborros vs Profundidad (cm) </div>
0	0	0		
2	20	20		
2	20	40	muy suelta	
2	20	60		
11	20	80		
9	20	100		
10	20	120	media	
17	20	140		
17	20	160		
21	20	180		
20	20	200		
26	20	220	densa	
42	20	240	muy densa	
200	20	260	rechazo	



D. Luis Alberto Otero Lemos
JEFE DE AREA GEOTÉCNIA (GTC/GTL)

D. Emilio Otero Martínez
DIRECTOR DE LABORATORIO



ANEXO 7.6

ENSAYOS DE LABORATORIO



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL PG-3

Tipo de suelo	Granulometría	Límites Atterberg	Ensayos químicos	Deformación
Terraplenes en general	Pasa tamiz 20 mm > 70% ó Pasa tamiz 0,08 mm > 35%			
Suelos seleccionados	Tamaño máx. < 100 mm Pasa tamiz 0,4 mm < 15%			
	Si pasa 0,40 mm > 15%: *pasa tamiz 2 mm < 80% *pasa tamiz 0,4 mm < 75% *pasa tamiz 0,08 mm < 25%	L, L _c < 30 y I.P. < 10	Materia orgánica < 0,2 % Sales solubles < 0,2%	
Suelos adecuados	Tamaño máx. < 100 mm Pasa tamiz 2 mm < 80% Pasa tamiz 0,08 mm < 35%	L.L. < 40 y si L.L. > 30 el I.P. > 4	Materia orgánica < 1 % Sales solubles < 0,2%	
Suelos tolerables		L.L. < 65 y si L.L. > 40 el I.P. > 0,73	Materia orgánica < 2 % Yesos < 5% Otras s.s. distintas < 1%	Colapso < 1% Hinchamiento < 3%
Suelos marginales		L.L. > 90 y si el I.P. < 0,73	Materia orgánica < 5 %	Hinchamiento < 5%
Suelos inadecuados	los que no se pueden incluir en las categorías anteriores			

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN CASAGRANDE

SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVA Y SUELOS CON GRAVA	GRAVA LIMPIA		GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS	SUELOS DE GRANO FINO	LIMO Y ARCILLA LÍMITE LÍQUIDO MENOR DE 50		ML	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS, LIMOS ARCILLOSOS POCO PLASTICOS					
				GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS				CL	ARCILLAS INORGANICAS POCO PLASTICO DE PLASTICIDAD MEDIANA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS					
		GRAVA CON FINOS		GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO				OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS POCO PLASTICAS					
				GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA										
	MAS DEL 50% DEL MATERIAL QUEDA RETENIDO POR EL TAMEZ Nº200	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	ARENA LIMPIA		SW		ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS	MAS DEL 50% DEL MATERIAL PASA POR EL TAMEZ Nº200	LIMO Y ARCILLA LÍMITE LÍQUIDO MAYOR DE 50		MH	LIMOS INORGANICOS CON MICA O ARENA FINA DE DIATOMEAS, O SUELOS LIMOSOS			
					SP		ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, COMO POCOS FINOS O SIN FINOS				CH	ARCILLAS INORGANICAS MUY PLASTICAS, ARCILLAS GRASAS			
		ARENA CON FINOS		SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO							OH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIANA O MUY PLASTICAS, LIMOS INORGANICOS		
				SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA		SUELOS MUY ORGANICOS								



HOJA RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE SUELO

DATOS DE LA OBRA

CLAVE: **SE-033/16**

Obra: **Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey**
Descripción: **Estudio geotécnico**
Situación: **Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)**
Peticionario: **Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.**

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra nº: **EL-130416/01**
Fecha de Toma: **13-abr-2016**
Fecha del ensayo: **18-abr-2016**
Lugar de la Toma: **Sondeo "S-1"**
Cota de la muestra: **Cota -2,20-2,80 metros respecto cota inicio del sondeo**
Tipo de muestra: **Arenas limosas correspondientes con un suelo residual granítico**

RESULTADOS OBTENIDOS

1, Análisis Granulométrico:

Tamices	(%) pasa acumula.
25	100,00
20	100,00
10	100,00
5	97,86
2	69,82
0,4	36,77
0,08	18,21
PASA	0,00

2, Limites Atterberg:

Limite Líquido (L.L.) (%): **-**
Limite Plástico (L.P.) (%): **-**
Indice Plasticidad (I.P.) (%): **No plástico**

3, Determinaciones Físico - Químicas:

Densidad aparente (gr / cm³): **1,64**
Densidad seca (gr / cm³): **1,36**
Humedad natural (%): **20,55**
Materia orgánica (%): **-**
Acidez Baumann Gully (ml / Kg): **107**
Contenido en sulfatos (mg / Kg): **64**
Contenido en sales solubles (%): **-**
Contenido en yesos (%): **-**

4, Determinaciones Geomecánicas:

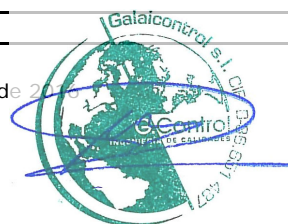
Ángulo rozamiento interno (°): **-**
Coeficiente de cohesión (Kg / cm²): **-**
Rest. compresión simple (N / mm²): **-**
Densidad Proctor Modif.: **-**
Índice C. B. R. : **-**
Hinchamiento (%): **-**
Colapso: **-**

Clasificación del terreno según Casagrande: Arenas limosas "SM"

OBSERVACIONES

Luis Alberto Otero Lemos
Fdo. Jefe de área de geotécnia (GTC/GTL)

Vigo (Pontevedra), a 18 de Abril de 2016



Emilio Otero Martínez
Fdo. Director de laboratorio



INFORME DE ENSAYO DE HUMEDAD
NATURAL MEDIANTE SECADO
EN ESTUFA (UNE-EN ISO 17892)

DATOS DE LA OBRA

CLAVE: **SE-033/16**

Obra:	Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey
Descripción:	Estudio geotécnico
Situación:	Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)
Peticionario:	Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra nº:	EL-130416/01
Fecha de Toma:	13-abr-2016
Fecha del ensayo:	14-abr-2016
Lugar de la Toma:	Sondeo "S-1"
Cota de la muestra:	Cota -2,20-2,80 metros respecto cota inicio del sondeo
Tipo de muestra:	Arenas limosas correspondientes con un suelo residual granítico

RESULTADOS OBTENIDOS

HUMEDAD NATURAL	
Tara	335,5
Tara+suelo+agua	1725,3
Tara+suelo	1488,4
HUMEDAD NATURAL (%)	20,55

OBSERVACIONES

Vigo (Pontevedra), a 18 de Abril de 2016

Luis Alberto Otero Lemos
Fdo. Jefe de área de geotécnia (GTC/GTL)



Emilio Otero Martínez
Fdo. Director de laboratorio



INFORME DE ENSAYO DE
DENSIDAD APARENTE/SECA
(UNE 103301/94)

DATOS DE LA OBRA

CLAVE: **SE-033/16**

Obra: Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey
Descripción: Estudio geotécnico
Situación: Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)
Petitionario: Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra nº: **EL-130416/01**
Fecha de Toma: **13-abr-2016**
Fecha del ensayo: **14-abr-2016**
Lugar de la Toma: **Sondeo "S-1"**
Cota de la muestra: **Cota -2,20-2,80 metros respecto cota inicio del sondeo**
Tipo de muestra: **Arenas limosas correspondientes con un suelo residual granítico**

RESULTADOS OBTENIDOS

DENSIDAD APARENTE/SECA	
Masa muestra, M1	100,00 gr
Masa muestra + parafina, M2	141,70 gr
Masa parafina, M3	41,70 gr
Volumen parafina, V1	46,33 cm ³
Masa sumergida, M4	34,50 gr
Volumen muestra, V2	60,87 cm ³
DENSIDAD APARENTE	1,64 gr/cm ³
DENSIDAD SECA	1,36 gr/cm ³

OBSERVACIONES

Vigo (Pontevedra), a 18 de Abril de 2016

Luis Alberto Otero Lemos
Fdo. Jefe de área de geotécnia (GTC/GTL)



Emilio Otero Martínez
Fdo. Director de laboratorio



INFORME DE ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101/95)

DATOS DE LA OBRA

CLAVE: **SE-033/16**

Obra: Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey
Descripción: Estudio geotécnico
Situación: Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)
Peticionario: Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

DATOS DE LA MUESTRA

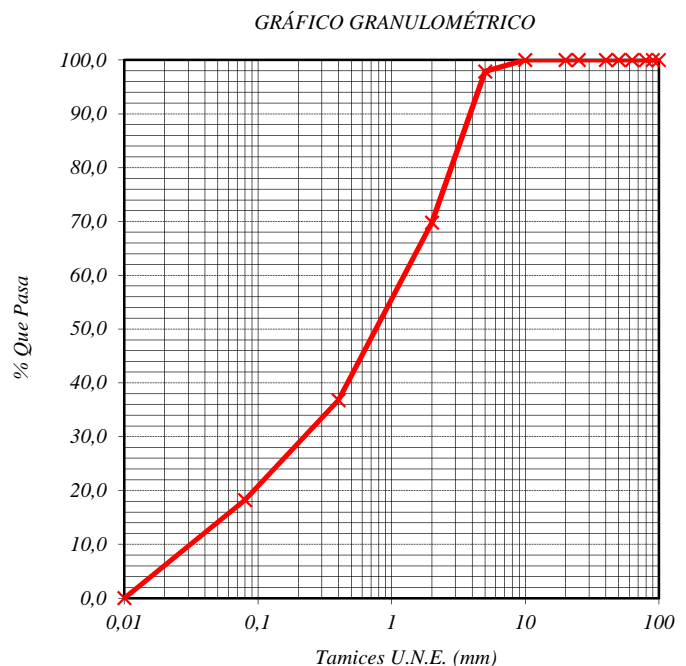
Muestra nº: **EL-130416/01**
Fecha de Toma: **13-abr-2016**
Fecha del ensayo: **14-abr-2016**
Lugar de la Toma: **Sondeo "S-1"**
Cota de la muestra: **Cota -2,20-2,80 metros respecto cota inicio del sondeo**
Tipo de muestra: **Arenas limosas correspondientes con un suelo residual granítico**

RESULTADOS OBTENIDOS

Granulometría (UNE 103101/95)

Tamices	Retenido tamices totales		% Acumulados	
U.N.E. (mm)	Peso (g)	%	Retenido	Pasa
100	0,00	0,00	0,00	100,00
90	0,00	0,00	0,00	100,00
80	0,00	0,00	0,00	100,00
63	0,00	0,00	0,00	100,00
50	0,00	0,00	0,00	100,00
40	0,00	0,00	0,00	100,00
25	0,00	0,00	0,00	100,00
20	0,00	0,00	0,00	100,00
10	0,00	0,00	0,00	100,00
5	24,17	2,14	2,14	97,86
2	316,95	28,05	30,18	69,82
0,4	373,43	33,04	63,23	36,77
0,08	209,76	18,56	81,79	18,21
PASA	205,79	18,21	100,00	0,00
TOTAL	1130,09			

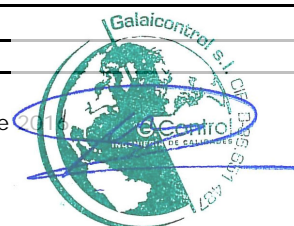
Humedad higroscópica (%): **0,245**



OBSERVACIONES

Luis Alberto Otero Lemos
Fdo. Jefe de área de geotécnia (GTC/GTL)

Vigo (Pontevedra), a 18 de Abril de



Emilio Otero Martínez
Fdo. Director de laboratorio



INFORME DE ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103103/94, (UNE 103104-93; UNE 103108-96)

DATOS DE LA OBRA

CLAVE: **SE-033/16**

Obra: Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey
Descripción: Estudio geotécnico
Situación: Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)
Peticionario: Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra nº: **EL-130416/01**
Fecha de Toma: **13-abr-2016**
Fecha del ensayo: **14-abr-2016**
Lugar de la Toma: **Sondeo "S-1"**
Cota de la muestra: **Cota -2,20-2,80 metros respecto cota inicio del sondeo**
Tipo de muestra: **Arenas limosas correspondientes con un suelo residual granítico**

RESULTADOS OBTENIDOS

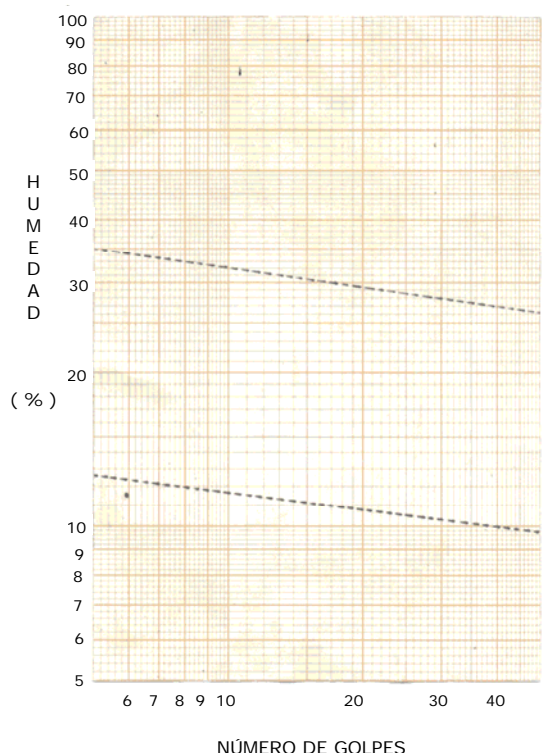
Límites de Atterberg

Límite Líquido			
Nº de Golpes	-		
Referencia Tara	-		
Agua	$a = (t+s+a) - (t+s)$		
Tara+Suelo+Agua	$t+s+a$		
Tara+suelo	$t+s$		
Tara	t		
Suelo	$s = (t+s) - t$		
% de Humedad	$w = a * 100 / s$		

Límite Líquido -

Límite Plástico			
Nº de Golpes	-		
Referencia Tara	-		
Agua	$a = (t+s+a) - (t+s)$		
Tara+Suelo+Agua	$t+s+a$		
Tara+suelo	$t+s$		
Tara	t		
Suelo	$s = (t+s) - t$		
% de Humedad	$w = a * 100 / s$		

Límite Plástico -



Índice Plasticidad No plástico

OBSERVACIONES

Luis Alberto Otero Lemos
Fdo. Jefe de área de geotécnia (GTC/GTL)

Vigo (Pontevedra), a 18 de Abril de 2016

Emilio Otero Martínez
Fdo. Director de laboratorio



INFORME DE ENSAYO DE AGRESIVIDAD DE SUELOS AL HORMIGÓN (UNE-EN 16502 Y 83963)

DATOS DE LA OBRA

CLAVE: **SE-033/16**

Obra:	Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey
Descripción:	Estudio geotécnico
Situación:	Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)
Peticionario:	Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra nº:	EL-130416/01
Fecha de Toma:	13-abr-2016
Fecha del ensayo:	14-abr-2016
Lugar de la Toma:	Sondeo "S-1"
Cota de la muestra:	Cota -2,20-2,80 metros respecto cota inicio del sondeo
Tipo de muestra:	Arenas limosas correspondientes con un suelo residual granítico

RESULTADOS OBTENIDOS

GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETRO COMPROBADO	RESULTADO OBTENIDO	GRADO DE AGRESIVIDAD
Ácidoz Baumann-Gully	107 ml/Kg	No agresivo
Contenido de sulfato (SO_4^{2-})	64 mg/Kg	No agresivo

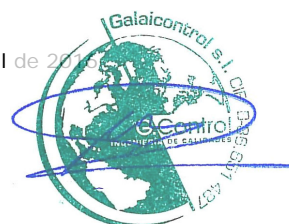
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO

Según los resultados obtenidos sobre las muestras ensayadas, puede considerarse que el terreno, a las profundidades indicadas, no presenta agresividad al hormigón. El ensayo se ha realizado según las Normas UNE para determinar la agresividad de aguas y suelos al hormigón. La evaluación del conjunto se ha realizado a partir de las tablas 8.2.3.a "Clase específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro distintos de la corrosión" y 8.2.3.b "Clasificación de la agresividad química" de la Instrucción de hormigón estructural EHE.

OBSERVACIONES

Vigo (Pontevedra), a 18 de Abril de 2016

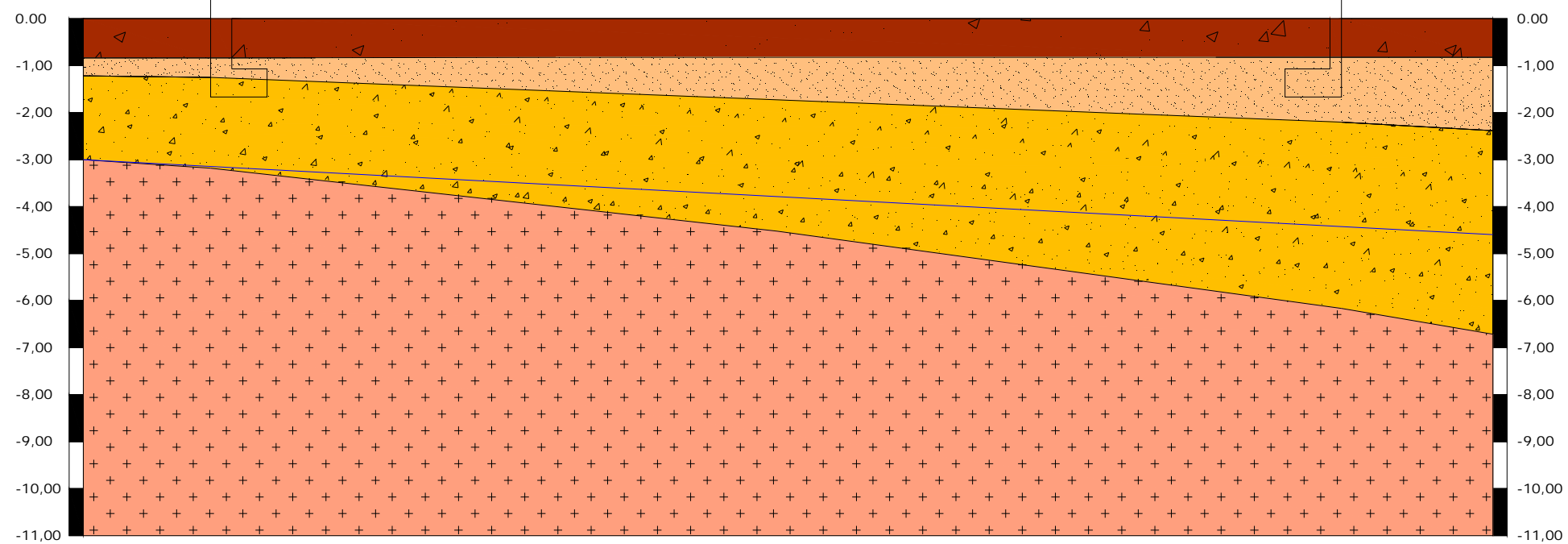
Luis Alberto Otero Lemos
Fdo. Jefe de área de geotécnia (GTC/GTL)








Emilio Otero Martínez
Fdo. Director de laboratorio

ANEXO 7.7

PERFIL GEOTÉCNICO



-  Cobertera vegetal y Relleno antrópico. Presenta una tensión admisible inferior a 0,50 Kp/cm².
 -  Suelo residual granítico alterado en G.M. VI. Presenta una tensión admisible entre 0,50-1,00 Kp/cm².
 -  Suelo residual granítico alterado en G.M. V. Presenta una tensión admisible entre 1,00-2,50 Kp/cm².
 -  Sustrato rocoso granítico alterado en G.M. IV. Presenta una tensión admisible superior a 2,50 Kp/cm².
-  Nivel freático (a día 14/04/2016).

Los perfiles geológicos-geotécnicos realizados son una interpretación razonable en base a los puntos de reconocimiento (sondeo y penetrómetros), teniendo en cuenta las posibles variaciones del terreno, considerando el carácter puntual de las inspecciones.

ANEXO 7.8

**CÁLCULOS Y EVALUACIÓN DE TENSIONES ADMISIBLES Y
ASIENTOS**

METODOLOGÍA DE CÁLCULO EMPLEADA

➤ 1. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL CÁLCULO DE TENSIONES ADMISIBLES

De manera general podemos hablar de tres tipos de cimentación previstas: cimentaciones superficiales mediante zapatas bien apoyadas en suelos bien en roca, cimentaciones superficiales mediante losas de cimentación apoyadas en suelos y cimentaciones profundas mediante pilotes empotrados en roca preferentemente. Para cada una de las diferentes tipologías se empleará un método diferente de cálculo y que se describen a continuación:

1.1 CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN ROCA.

En caso de rocas blandas con una resistencia a la compresión simple ($q_u < 2,5$ Mpa) o fuertemente fracturadas o diaclasadas ($RQD < 25\%$), se considerará la roca como si se tratase de un suelo, con su correspondiente método de cálculo que se explicará más adelante.

En rocas más duras, menos diacladas y con una matriz rocosa más sana y siempre y cuando la superficie de la roca sea horizontal-subhorizontal, sin problemas de inestabilidad lateral y la carga sea vertical, sin componente tangencial o que ésta sea inferior al 10% de la carga normal, y un factor de seguridad incorporado de 3, la tensión admisible de trabajo vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$q_{adm} = k_{sp} * q_u$$

siendo:

q_{adm} = tensión admisible del terreno en Kg/cm².

q_u = resistencia a compresión de la matriz rocosa sana

K_{sp} = factor de corrección por fracturación del macizo, donde:

$$K_{sp} = \frac{3 + \frac{s}{B}}{10 \sqrt{1 + 300 \left(\frac{a}{s} \right)}} \quad \text{siendo} \quad \left\{ \begin{array}{l} S = \text{espaciamiento entre discontinuidades; } (s > 300 \text{ mm}). \\ a = \text{apertura de discontinuidades (5-25 mm); siendo } 0 < (a/s) < 0,02. \\ B = \text{anchura del cimiento en metros; siendo } 0,05 < (s/B) < 2. \end{array} \right.$$

1.2 CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN SUELOS.

Para la determinación de la carga de hundimiento o rotura de un suelo se emplean varios métodos, bien a partir de la resistencia en punta obtenida en los ensayos de penetración dinámica, bien a partir de las ecuaciones generales de Brinch Hansen o Terzaghi, y que se explicarán a continuación.

▪ CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO A PARTIR DE LA RESISTENCIA EN PUNTA.

Este método de cálculo se emplea en terrenos granulares predominantemente y permeables y mediante ensayos de penetración dinámica continua y consiste en medir la hincia bajo el efecto de una energía cinética conocida. Esta hincia, depende principalmente de la resistencia del suelo, de la naturaleza del golpe y de la elasticidad del penetrómetro y mediante la conocida fórmula dinámica de hincia "*Fórmula de los Holandeses*", siendo esta formula la más utilizada en la interpretación de los ensayos de penetración dinámica y cuyo cálculo se explica a continuación:

$$R = \frac{M^2 \times h}{(M + P) \times S \times e}$$

siendo:

- R = resistencia dinámica unitaria en punta (Kg/cm²), también conocida como Q_{din}.
- M = peso de la maza, en este caso 63,50 Kg.
- h = altura de caída libre de la maza, en este caso 50 cm.
- P = peso sobre la puntaza: yunque (6,40 Kg)+varillas (5,75 Kg/metro)+cabezal de golpeo (0,50 Kg).
- S = sección de la puntaza, en este caso punta troncocónica de 16 cm².
- e = penetración por golpe (20/N₂₀).

Una vez determinado el valor de la resistencia dinámica unitaria (Q_{din}), se puede estimar la resistencia estática en punta (Q_{est}), a partir de una serie de correlaciones y coeficientes de transformación, los cuales dependen de la naturaleza del terreno, así como de su estado en el momento de ejecución del ensayo (Buisson y otros). En general, la carga dinámica y la estática se relacionan con la siguiente ecuación:

$$Q_{est} = \frac{Q_{din}}{20}$$

Una vez calculada la carga estática se obtiene la carga admisible aplicándole un factor de seguridad que en este caso será de 4 en el caso de terreno granulares y 6 en el caso de terrenos cohesivos (> 40% finos) según diversos autores, es decir:

$$\text{Terrenos granulares (arenas y gravas)} \quad Q_{adm} = \frac{Q_{est}}{4}$$

$$\text{Terrenos cohesivos (limos y arcillas)} \quad Q_{adm} = \frac{Q_{est}}{6}$$

Esta fórmula de hincas debe utilizarse en suelos granulares relativamente compactos y permeables, pues si los terrenos están saturados, se obtienen valores muy pesimistas. Para los suelos cohesivos puros y poco permeables se recomienda el empleo de otras fórmulas como la de Terzagui o Hansen, una vez transformados los golpes de penetración N_{20} en golpes N_{SPT} y a través de multitud de correlaciones obtener la resistencia al corte sin drenaje y posteriormente su capacidad portante, como se explicará a continuación.

▪ CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO A PARTIR DE LA ECUACIÓN GENERAL.

En terrenos predominantemente limosos y arcillosos (> 40% finos), se emplea el método de Terzagui, el cual se basa en la hipótesis de un mecanismo de rotura bidimensional, junto con una ley de resistencia del terreno, estableciendo las condiciones límites de equilibrio, entre las fuerzas aplicadas externamente (cargas) y las desarrolladas en el terreno para contrarrestarlas.

Posteriormente se han aplicado coeficientes correctores para tener en cuenta la forma del cimiento, la excentricidad de la carga, etc. llegando a la expresión general de la carga de hundimiento, según la cual:

$$Q_h = (c \cdot N_c) + (q \cdot N_q) + (0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma) \text{.. para zapatas corridas de longitud indefinida}$$

$$Q_h = (1,2 \cdot c \cdot N_c) + (q \cdot N_q) + (0,3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma) \text{.. para zapatas cuadradas o circulares}$$

siendo:

c = cohesión estimada del terreno de cimentación bajo cimentación (T/m^2).

q = sobrecarga sobre el nivel de cimentación = $\gamma \cdot D$ (T/m^2).

B = ancho de la zapata (m).

γ = peso específico del terreno bajo cimentación (T/m^3).

N_c , N_q y N_γ : son los factores de capacidad de carga, en función del ángulo de rozamiento interno del terreno, donde:

$$\left\{ \begin{array}{l} (c \cdot N_c) = \text{expresa el efecto de la cohesión del suelo.} \\ (q \cdot N_q) = \text{es el efecto del suelo situado por encima de la cimentación.} \\ (0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma) = \text{expresa la capacidad de carga del suelo.} \end{array} \right.$$

Una vez calculada la carga de la carga de hundimiento se le aplica posteriormente un coeficiente de seguridad de 3 para obtener la carga o tensión admisible del terreno. En el caso más desfavorable, con una carga rápida sobre un terreno arcilloso saturado (ángulo de rozamiento = 0), la ecuación general queda como:

$$Q_h = 5,14 \cdot C_u + q$$

En las estructuras en las que todo el bulbo de tensiones del cimiento se distribuye en terrenos predominantemente granulares o no cohesivos, la aplicación de la fórmula general tanto de Terzaghi como de Hansen, conducen a cargas admisibles del terreno elevadas y muy superiores a las habitualmente consideradas en este tipo de terrenos, por los altos valores de N_q y N_γ , que suelen ser superiores a 30° . Este hecho no garantiza que los asientos sean admisibles para las tensiones de trabajo obtenidas, por lo que suele ser habitual, fijar dichas tensiones en función de los asientos.

En estos casos se emplean las correlaciones empíricas establecidas por Terzagui y Peck, donde ligan el ancho del cimiento y la tensión media admisible con el resultado del ensayo de penetración estándar SPT y un asiento asignado de 1" (2,54 cm) o las de Meyerhof, donde liga la tensión admisible media y el asiento que se produce en un espesor de terreno igual a la anchura del cimiento, contando a partir de la cota de desplante de la cimentación.

En suelos granulares la presión vertical admisible de servicio suele encontrarse limitada por condiciones de asiento, más que por hundimiento. Dada la dificultad en el muestreo de estos suelos, un método tradicional para el diseño de cimentaciones consiste en el empleo de correlaciones empíricas más o menos directas con ensayos de penetración, o con otro tipo de ensayos in situ a su vez correlacionables.

Cuando la superficie del terreno sea marcadamente horizontal (pendiente inferior al 10%), la inclinación con la vertical de la resultante de las acciones sea menor del 10% y se admita la producción de asientos de hasta 25 mm, la presión vertical admisible de servicio podrá evaluarse mediante las siguientes expresiones basadas en el golpeo N_{SPT} .

Para cimientos con un ancho equivalente $B < 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 12N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B} \right) \cdot \left(\frac{S_t}{25} \right) \quad KN / m^2$$

Para cimientos con un ancho equivalente $B \geq 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 8N_{SPT} \left[1 + \frac{D}{3B} \right] \cdot \left(\frac{S_t}{25} \right) \cdot \left(\frac{B + 0,3}{B} \right)^2 \quad KN / m^2$$

siendo:

N_{SPT} = valor medio de los resultados obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5 B$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2B$ por debajo de la misma.

S_t = asiento total admisible en milímetros.

D = profundidad bajo la superficie del terreno.

$\left[1 + \frac{D}{3B} \right]$ = el valor a introducir en la ecuaciones será menor o igual a 1,3.

➤ 2. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL CÁLCULO DE ASIENTOS:

La determinación del asiento previsible, siempre y cuando no venga limitado en el método de cálculo de la capacidad portante (caso de cimentaciones apoyadas sobre roca, arcillas y pilotes) o en caso de grandes zapatas o losas de cimentación, se realizará de manera individualizada en función del tipo de cimentación, tensión admisible adoptada y los diferentes niveles de terreno detectados bajo cimentación y cuya metodología se explica a continuación:

2.1 ASIENTOS DE ZAPATAS SOBRE TERRENOS ROCOSOS Y COHESIVOS PUROS.

En caso de terrenos rocosos y cohesivos puros, para la comprobación de los asientos esperados se recurren a métodos elásticos, a partir de los módulos de deformación representativos del terreno, obtenidos a partir del RMR calculado tanto en campo como en sondeos en el caso de terrenos rocosos y obtenidos a partir de los ensayos SPT mediante la expresión de Whitman y Richard, según la cual:

$$S \text{ (cm)} = \frac{q \times (1 - \nu^2) \times \sqrt{B \times L}}{\beta_z \times E}$$

donde:

β_z = parámetro que depende de las dimensiones de la cimentación.

q = carga total aplicada (Kg/cm^2).

B = ancho de cimentación (cm).

L = longitud de cimentación (cm).

ν = coeficiente de Poisson.

E = módulo de deformación del terreno (Kg/cm^2).

Para la determinación del módulo de deformación en caso de terrenos granulares poco consolidados (depósitos aluviales) y según D'Àppolonia) se emplea la siguiente expresión:

$$E = 10 * (1 - \nu^2) * (20,9 + 0,89 * N_{\text{spt}}) \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

En caso de terrenos consolidados y granulares (suelos residuales) se utilizaría:

$$E = 10 * (1 - \nu^2) * (47,3 + 1,19 * N_{spt}) \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Mientras que en el caso de terrenos cohesivos, la relación quedaría:

$$E \approx 350 * C_u \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Y finalmente en el caso de terrenos rocosos, el módulo de deformación vendrá definido por el Índice de calidad RMR, mediante la expresión:

$$E_{\text{macizo}} = \alpha * 10^{\frac{RMR-10}{40}} \text{ (Gpa)}$$

siendo:

$\alpha = 0,1$ para resistencias a compresión simple (q_u) de 1 Mpa

$\alpha = 0,2$ para resistencias a compresión simple (q_u) de 4 Mpa

$\alpha = 0,3$ para resistencias a compresión simple (q_u) de 10 Mpa

$\alpha = 0,7$ para resistencias a compresión simple (q_u) de 50 Mpa

$\alpha = 1,0$ para resistencias a compresión simple (q_u) de >100 Mpa

2.2 ASIENTOS SOBRE LOSAS DE CIMENTACIÓN O GRANDES ZAPATAS.

Al tratarse de grandes zapatas o losas apoyadas sobre terrenos granulares se emplea el método de Burland y Burbridge, según la cual:

$$S_i = f_s * f_l * q' * B^{0,7} * I_c$$

donde:

S_i = Asiento medio al final de la construcción, en mm

f_l = coeficiente que tiene en cuenta la existencia de una capa rígida bajo cimentación

f_s = coeficiente que tiene en cuenta las dimensiones de la cimentación

q' = Tensión efectiva bruta, aplicada en la base de la cimentación (KN/m²)

I_c = Índice de compresibilidad, definido en función del valor medio del ensayo SPT

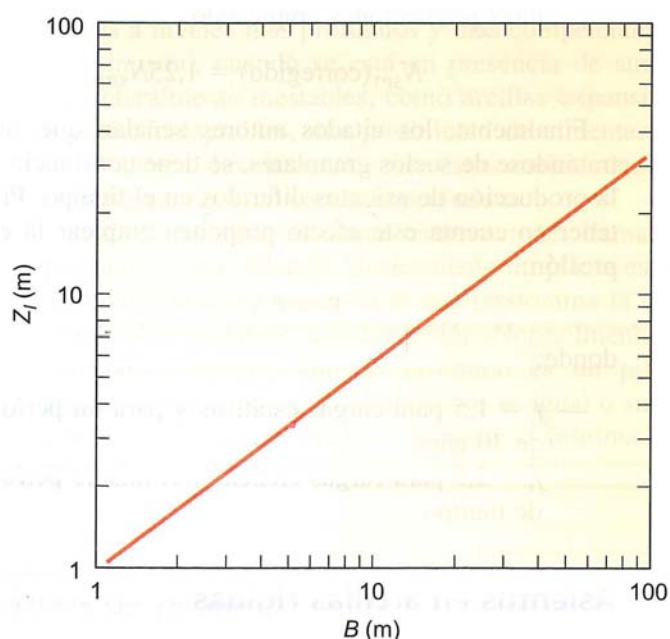
A continuación se muestran los cálculos necesarios en cada factor de la fórmula:

f_s : Es un coeficiente adimensional que tiene en cuenta la forma de la losa y cuya expresión viene dada por:

$$f_s = \frac{\left(1,25 * \left(\frac{L}{B}\right)\right)^2}{\left(\left(\frac{L}{B}\right) + 0,25\right)} \quad \text{siendo} \quad \begin{cases} L: \text{largo cimentación (m)} \\ B: \text{ancho de la cimentación (m)} \end{cases}$$

f_l : Es un coeficiente adimensional que tiene en cuenta la existencia o no de una capa o estrato rígido por debajo de la cimentación, si ésta se encuentra a una profundidad (H_s) inferior a la zona de influencia de la cimentación (Z_l) y cuya expresión viene dada por:

$$f_l = \frac{H_s}{Z_l} \left(2 - \frac{H_s}{Z_l}\right) \quad \text{siendo} \quad \begin{cases} H_s: \text{Profundidad a la que se encuentra la capa rígida} \\ \text{bajo la cimentación (m)} \\ Z_l: \text{Zona de influencia de la cimentación (m), según} \\ \text{tabla adjunta} \end{cases}$$



Zona de influencia en función del ancho (B) de la cimentación

q' : Es la tensión efectiva bruta, aplicada en la base de la cimentación, que en el caso de terrenos sobreconsolidados o para cimentaciones situadas en el fondo de una excavación, tiene en cuenta las sobrecargas ejercidas por el terreno excavado (σ'_{v0}) y que modifica la carga transmitida mediante las ecuaciones:

$$\left\{ \begin{array}{ll} q' = q - \frac{2}{3} \sigma'_{v0} & \text{cuando } \sigma'_{v0} \leq q' \\ q' = \frac{q}{3} & \text{cuando } \sigma'_{v0} \geq q' \end{array} \right.$$

La tensión vertical efectiva (σ'_{v0}) se calcula multiplicando la altura excavada (m) por la densidad de los materiales retirados (expresado en kN/m²).

I_c : Es el índice de compresibilidad del terreno que se rige por la expresión:

$$I_c = \frac{1,71}{N^{1,4}}$$

donde N es la media aritmética de los golpes N_{spt} a lo largo de la zona de influencia de la cimentación.

Finalmente y según señalan los autores se tiene constancia de que en suelos granulares se producen asientos diferidos en el tiempo, bien por lavado de finos o propios reordenamientos internos del terreno, por lo que consideran este efecto multiplicando el asiento S_i instantáneo por una constante que en este caso sería:

$$S_t = S_i * f_t$$

donde:

$f_t = 1.5$ en el caso de cargas estáticas y para un período de 30 años.

$f_t = 2.5$ en el caso de cargas cíclicas y para un período de 30 años.

➤ 3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE BALASTO:

En cuanto al coeficiente de balasto necesario para el cálculo de losas y grandes zapatas en terrenos granulares como es este caso, el cálculo viene dado por la siguiente expresión propuesta por Terzaghi según la cual:

$$K_{LOSA} = K_{30} \cdot \left(\frac{B + 30}{2B} \right)^2$$

siendo

B = lado menor (ancho) de la losa en cm.

K_{30} = este parámetro depende del terreno y se puede estimar bien, mediante tablas, conociendo el tipo de terreno, bien mediante el ensayo de placa de carga o partir de los ensayos de penetración

VALORES DE K_{30} PROPUESTOS POR TERZAGHI		VALORES DE K_{30} PROPUESTOS POR DIVERSOS AUTORES	
Suelo	K_{30} (Kp/cm ²)	Suelo	K_{30} (Kp/cm ²)
Arena seca o húmeda		Arena fina de playa	1,0-1,5
—Suelta	0,64-1,92 (1,3)*	Arena floja, seca o húmeda	1,0-3,0
—Media	1,92-9,60 (4,0)	Arena media, seca o húmeda	3,0-9,0
—Compacta	9,60-32 (16,0)	Arena compacta, seca o húmeda	9,0-20,0
Arena sumergida		Gravilla arcillosa floja	4,0-8,0
—Suelta	(0,8)	Gravilla arenosa compacta	9,0-25,0
—Media	(2,50)	Grava arenosa floja	7,0-12,0
—Compacta	(10,0)	Grava arenosa compacta	12,0-30,0
Arcilla		Margas arcillosas	20,0-40,0
$q_u = 1-2$ Kp/cm ²	1,6-3,2 (2,5)	Rocas blandas o algo alteradas	30,0-500
$q_u = 2-4$ Kp/cm ²	3,2-6,4 (5,0)	Rocas sanas	800-30.000
$q_u > 4$ Kp/cm ²	> 6,4 (10)		

* Entre paréntesis los valores medios propuestos.

En caso de disponer de penetrómetros y/o ensayos SPT, se emplea la expresión propuesta por *Navfac* en la relaciona el K_{30} con el ensayo de penetración dinámica borrosos mediante las siguientes expresiones:

Suelo granulares gruesos (arenas, gravas.....)----- $K_{30} = 0,25 \cdot N_{borros}$

Suelo granulares finos (limos)----- $K_{30} = 0,15 \cdot N_{borros}$

Suelo cohesivos ----- $K_{30} = 0,10 \cdot N_{borros}$

CÁLCULOS REALIZADOS



CÁLCULO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO EN SUELOS GRANULARES - C.T.E. (2006)

DATOS DE LA OBRA:

PETICIONARIO: Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

SITUACIÓN: Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)

OBRA: Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey

ENSAYO Nº: entorno penetrómetro "PDC-1"

DATOS DE CÁLCULO:

N_{SPT} = valor medio de los resultados obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5B$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2B$ por debajo de la misma: $N = 27$

S_t = asiento total admisible, en milímetros: $S_t = 25 \text{ mm}$

B = ancho de la cimentación: $B = 0,95 \text{ m}$ y $1,50 \text{ m}$

D = profundidad de empotramiento: $D = 0,50 \text{ m}$

El valor de $\left[1 + \frac{D}{3B}\right]$, introducir en las ecuaciones será menor o igual a 1,3

CÁLCULO DE PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE

Para $B < 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 12 \cdot N_{SPT} \cdot \left(1 + \frac{D}{3B}\right) \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right) \text{ KN/m}^2$$

Para $B \geq 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 8 \cdot N_{SPT} \cdot \left[1 + \frac{D}{3B}\right] \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right) \cdot \left(\frac{B+0,3}{B}\right)^2 \text{ KN/m}^2$$

Presión vertical admisible para cimentaciones con ancho $< 1,20$ metros: $q_{adm} = 380,84 \text{ KN/m}^2$

Presión vertical admisible para cimentaciones con ancho $\geq 1,20$ metros: $q_{adm} = 345,60 \text{ KN/m}^2$



CÁLCULO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO EN SUELOS GRANULARES - C.T.E. (2006)

DATOS DE LA OBRA:

PETICIONARIO: Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

SITUACIÓN: Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)

OBRA: Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey

ENSAYO Nº: entorno penetrómetro "PDC-2"

DATOS DE CÁLCULO:

N_{SPT} = valor medio de los resultados obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5B$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2B$ por debajo de la misma: $N = 22$

S_t = asiento total admisible, en milímetros: $S_t = 25 \text{ mm}$

B = ancho de la cimentación: $B = 0,95 \text{ m}$ y $1,50 \text{ m}$

D = profundidad de empotramiento: $D = 0,50 \text{ m}$

El valor de $\left[1 + \frac{D}{3B}\right]$, introducir en las ecuaciones será menor o igual a 1,3

CÁLCULO DE PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE

Para $B < 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 12 \cdot N_{SPT} \cdot \left(1 + \frac{D}{3B}\right) \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right) \text{ KN/m}^2$$

Para $B \geq 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 8 \cdot N_{SPT} \cdot \left[1 + \frac{D}{3B}\right] \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right) \cdot \left(\frac{B + 0,3}{B}\right)^2 \text{ KN/m}^2$$

Presión vertical admisible para cimentaciones con ancho $< 1,20$ metros: $q_{adm} = 310,32 \text{ KN/m}^2$

Presión vertical admisible para cimentaciones con ancho $\geq 1,20$ metros: $q_{adm} = 281,60 \text{ KN/m}^2$



CÁLCULO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO EN SUELOS GRANULARES - C.T.E. (2006)

DATOS DE LA OBRA:

PETICIONARIO: Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

SITUACIÓN: Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)

OBRA: Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey

ENSAYO Nº: entorno penetrómetro "PDC-3"

DATOS DE CÁLCULO:

N_{SPT} = valor medio de los resultados obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5B$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2B$ por debajo de la misma: $N = 23$

S_t = asiento total admisible, en milímetros: $S_t = 25 \text{ mm}$

B = ancho de la cimentación: $B = 0,95 \text{ m y } 1,80 \text{ m}$

D = profundidad de empotramiento: $D = 0,50 \text{ m}$

El valor de $\left[1 + \frac{D}{3B}\right]$, introducir en las ecuaciones será menor o igual a 1,3

CÁLCULO DE PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE

Para $B < 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 12 \cdot N_{SPT} \cdot \left(1 + \frac{D}{3B}\right) \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right) \text{ KN/m}^2$$

Para $B \geq 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 8 \cdot N_{SPT} \cdot \left[1 + \frac{D}{3B}\right] \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right) \cdot \left(\frac{B+0,3}{B}\right)^2 \text{ KN/m}^2$$

Presión vertical admisible para cimentaciones con ancho $< 1,20$ metros: $q_{adm} = 324,42 \text{ KN/m}^2$

Presión vertical admisible para cimentaciones con ancho $\geq 1,20$ metros: $q_{adm} = 273,63 \text{ KN/m}^2$



CÁLCULO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO EN SUELOS GRANULARES - C.T.E. (2006)

DATOS DE LA OBRA:

PETICIONARIO: Control Técnico y Prevención de Riesgos, S.A.

SITUACIÓN: Os Caeiros, nº 25 - Cambados (Pontevedra)

OBRA: Ampliación del I.E.S. Francisco Asorey

ENSAYO Nº: entorno sondeo "S-1"

DATOS DE CÁLCULO:

N_{SPT} = valor medio de los resultados obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5B$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2B$ por debajo de la misma: $N = 22$

S_t = asiento total admisible, en milímetros: $S_t = 25 \text{ mm}$

B = ancho de la cimentación: $B = 0,95 \text{ m}$ y $1,50 \text{ m}$

D = profundidad de empotramiento: $D = 0,50 \text{ m}$

El valor de $\left[1 + \frac{D}{3B}\right]$, introducir en las ecuaciones será menor o igual a 1,3

CÁLCULO DE PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE

Para $B < 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 12 \cdot N_{SPT} \cdot \left(1 + \frac{D}{3B}\right) \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right) \text{ KN/m}^2$$

Para $B \geq 1,20$ metros:

$$q_{adm} = 8 \cdot N_{SPT} \cdot \left[1 + \frac{D}{3B}\right] \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right) \cdot \left(\frac{B + 0,3}{B}\right)^2 \text{ KN/m}^2$$

Presión vertical admisible para cimentaciones con ancho $< 1,20$ metros: $q_{adm} = 310,32 \text{ KN/m}^2$

Presión vertical admisible para cimentaciones con ancho $\geq 1,20$ metros: $q_{adm} = 281,60 \text{ KN/m}^2$

ANEXO 7.9

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

PETICIONARIO: CONTROL TÉCNICO Y PREVENCIÓN DE RIESGOS, S.A.	OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO	PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL I.E.S. FRANCISCO ASOREY EN CAMBADOS (PONTEVEDRA)	CLAVE DE LA OBRA: SE-033/16
---	--------------------------	---	-----------------------------



Vista general de la zona de estudio



Vista general de la zona de estudio



Vista general de la zona de estudio



Vista general de la zona de estudio