

1.- INTRODUCCION	1
2.- TRABAJOS REALIZADOS	2
3.- ENCUADRE GEOLOGICO	7
3.1.- ENCUADRE GEOLOGICO GENERAL	7
3.2.- ENCUADRE GEOLOGICO DE LA PARCELA	8
3.3.- HIDROGEOLOGIA	8
4.- CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES	10
4.1.- RELLENO ANTRÓPICO (QR)	10
4.2.- ARENAS. ALUVIAL (QA1)	13
4.3.- CANTOS Y GRAVAS CON ARENAS. ALUVIAL (QA2)	13
4.4.- CARBONIFERO: PIZARRAS Y ARENISCAS ©	14
5.- CONDICIONES DE CIMENTACION	17
5.1.- CIMENTACION	17
5.2.- INFLUENCIA DE LABORES MINERAS	20
5.3.- AGRESIVIDAD	21
5.4.- RIESGO SISMICO	21

ANEXO I.- SONDEOS

ANEXO II.- ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA

ANEXO III.- ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO IV.- PLANOS

1.- INTRODUCCION

El presente informe responde al estudio geotécnico para la construcción de un edificio para oficina T.I.C. en la unidad de ejecución EE.12 Pozo El Entrego, Concejo de San Martín del Rey Aurelio (Asturias).

El estudio se realiza con la finalidad de definir la geología de la zona e identificar y caracterizar los materiales presentes con vistas a definir las condiciones de cimentación de la nueva construcción.

Los trabajos de campo se realizaron durante el mes de Enero del 2.008.

En la presente memoria se describen los trabajos realizados y las conclusiones obtenidas.

2.- TRABAJOS REALIZADOS

Con el fin de obtener toda la información necesaria del terreno a efectos de las actuaciones proyectadas, se han realizado los siguientes trabajos de gabinete y campo:

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Previo a la realización de los trabajos de campo se ha procedido a la recopilación de tipo geológico-geotécnico que pudiera aportar datos de interés para el estudio.

Se han consultado y obtenido datos de los siguientes informes o estudios que se desarrollan, en su mayor parte, en el mismo ámbito del presente trabajo:

- Mapa Geológico Nacional de España (MAGNA) a escala 1:50.000, Hoja nº 53-Mieres. IGME.
- Estudio geológico-geotécnico para el proyecto de construcción de la ctra. El Entrego-Bimenes.
- Estudio geotécnico para el proyecto de construcción del corredor del Nalón. Tramo El Entrego-Sotrondio.
- Estudio geológico-geotécnico para el Plan Parcial de Ordenación del Pozo Venturo (S.A.U. 1) en Hueria de Carrocera, T.M. San Martín del Rey Aurelio (Asturias).
- Estudio geológico-geotécnico para la urbanización del “Plan especial de la unidad de ejecución EE.12 Pozo El Entrego, Concejo de San Martín del Rey Aurelio (Asturias)”.
- Estudio geotécnico en el entorno de la estación de RENFE del Entrego para construcción de viviendas.

- Estudio geotécnico en parcela de calle El Cock para construcción de viviendas.

SONDEOS

Se han perforado 3 sondeos a rotación con recuperación continua de testigo de la siguiente longitud:

SONDEO	PROFUNDIDAD
S1	20,80 m.
S2	23,20 m.
S3	20,70 m.

La descripción detallada de cada sondeo viene reflejada en el Anexo I, mientras que su situación lo está en el plano nº 1 del Anexo IV.

Durante la ejecución de los sondeos se han tomado las muestras:

LABOR	MUESTRA	PROFUNDIDAD
S1	S1-M1	16,00-16,20 m.
S1	S1-M2	18,50-18,80 m.
S2	S2-M1	21,50-21,60 m.
S3	S3-M1	11,00-11,30 m.
S3	S3-M2	16,00-16,30 m.

La relación de los ensayos SPT realizados durante la perforación de los sondeos, se detalla a continuación:

LABOR	N	PROFUNDIDAD
S1	N=9 (4,4,5,4)	5,25-5,85 m
S1	N=9 (7,3,6,5)	8,00-8,60 m.
S1	N=8 (5,4,4,8)	11,20-11,80 m
S1	N=45 (17,25,20,16)	15,20-15,80 m.
S2	N= 6 (5,3,3,7)	6,20-6,80 m.
S2	N= 7 (6,4,3,5)	9,05-9,65 m.
S2	N= 18 (7,8,10,11)	11,60-12,20 m.
S3	N= 25 (7,13,12,10)	3,15-3,75 m.
S3	N=8 (4,3,5,7)	9,60-10,20 m.

La descripción detallada del sondeo viene reflejada en el Anexo I, mientras que su situación lo está en el plano nº 1 Anexo IV.

ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA

Se han realizado 3 ensayos de penetración dinámica.

La situación de los ensayos de penetración dinámica viene reflejada en el plano nº 1 del Anexo IV y los resultados obtenidos en el Anexo II.

Los ensayos se han realizado siguiendo la normativa UNE 103-801-94, con un penetrómetro modelo Tecoinsa TP 50-400 provisto de dispositivo automático de golpeo.

- Peso de la Maza: 63,5 kg.
- Altura de caída: 75 cm.
- Superficie de la puntaza: 20 cm².

La hincas se realizó en tramos de 20 cm. y el golpeo se continuó hasta que se produjo el rechazo o se necesitaron más de 100 golpes.

Para determinar la resistencia dinámica existen diversas fórmulas, la más utilizada es la denominada fórmula de los Holandeses:

$$R_D = \frac{H \times m^2}{e(P+M) \times A}$$

Siendo:

e = Penetración unitaria en cm.

R_D = Resistencia dinámica en kg/cm^2

M = Masa de la maza en kg

P = Masa del varillaje.

A = Sección de la punta en cm^2

H = Altura de caída de la maza

Se ha aplicado esta fórmula para calcular la resistencia dinámica.

Por otro lado, en función de las diferentes características de los dos ensayos se puede establecer la siguiente correlación entre el penetrómetro dinámico y el SPT.

$$1,5N_{20} = N_{\text{SPT}}$$

ANALISIS DE LABORATORIO

Sobre las muestras tomadas en los sondeos se han realizado los siguientes análisis de laboratorio:

LABOR	MUESTRA	MUESTRA
S1	S1-M1	Límites de Atterberg, Granulometría, Agresividad
S1	S1-M2	Compresión simple .
S2	S2-M1	Compresión simple
S3	S3-M1	Límites de Atterberg, Granulometría,.Agresividad
S3	S3-M2	.Compresión simple, Agresividad

Los resultados de los ensayos realizados se recogen en el Anexo III.

3.- ENCUADRE GEOLOGICO

3.1.- ENCUADRE GEOLOGICO GENERAL

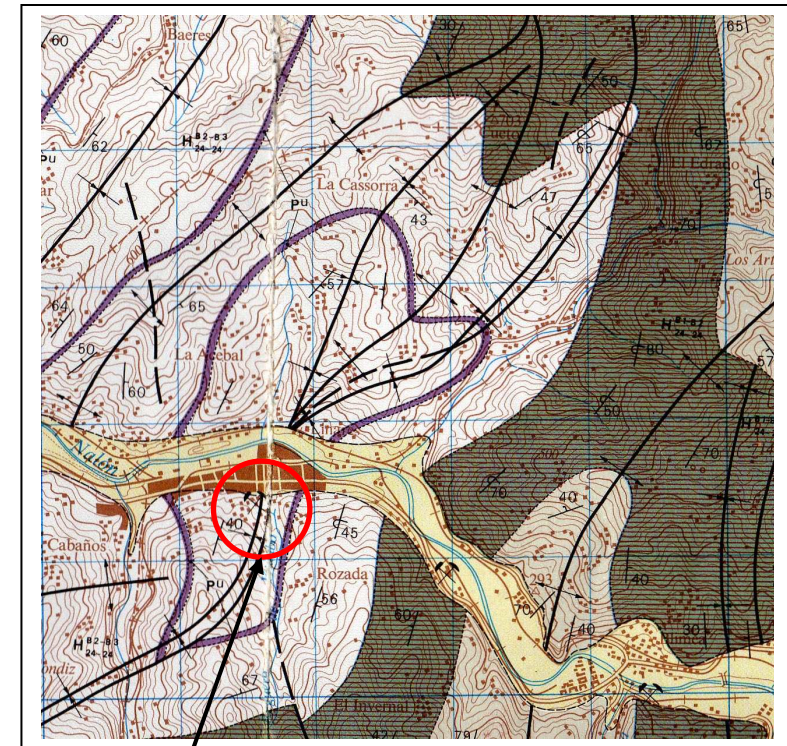
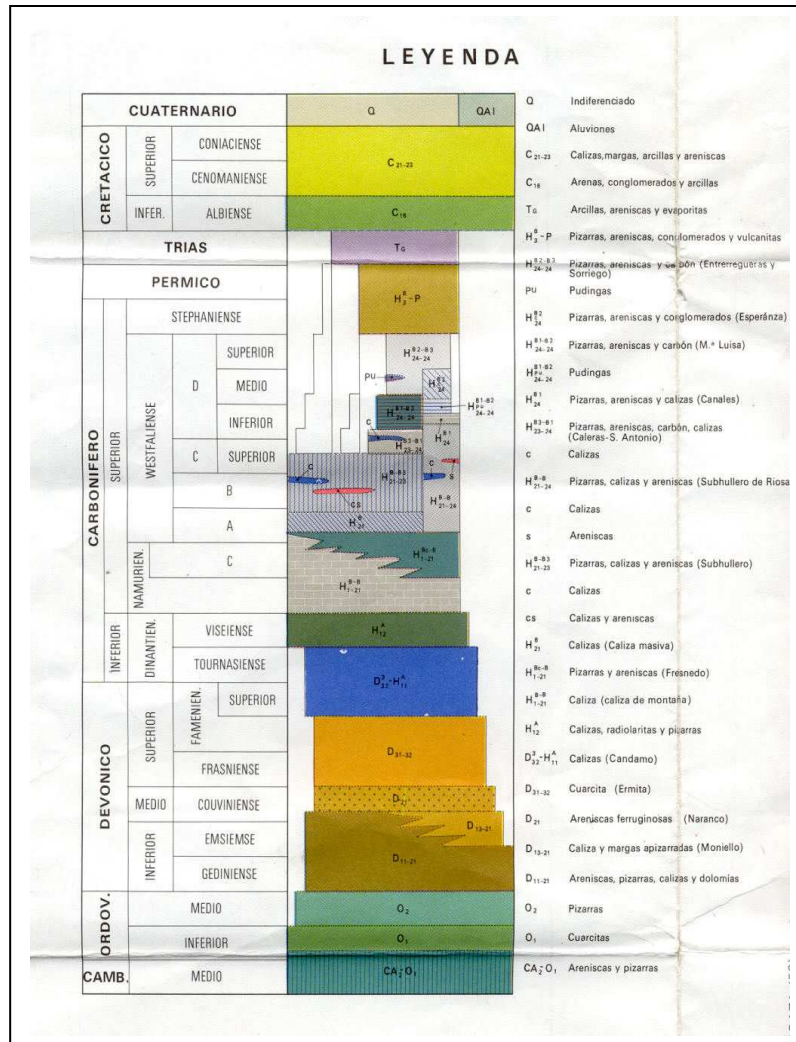
Desde el punto de vista geológico, el área está situada en la Cuenca Carbonífera Central, y más concretamente en la Unidad del Nalón, formada a grandes rasgos por un importante sinclinorio en el que se integran las estructuras sinclinales de Sama, El Entrego y San Mames así como las estructuras anticlinales de Samuño y Sotrondio, que con direcciones NNE-SSW, son atravesadas transversalmente por el río Nalón, que desarrolla a su paso importantes depósitos de tipo aluvial.

La Unidad del Nalón se pone en contacto por el Oeste con una franja carbonífera mal definida, perteneciente a la denominada unidad La Justa-Aramil. Ambas unidades se unen mediante una falla inversa NNE-SSW, que cobija en su lado hundido importantes depósitos cretácicos que se extienden hacia el Este.

El carbonífero de la Unidad del Nalón, en la zona estudiada, forma parte de los paquetes mineros Entrerregueras y Sorriego que están constituidos por series alternantes de areniscas, limolitas, lutitas y capas de carbón.

Hay que destacar en la zona importantes depósitos recientes de origen aluvial, que forman parte del relleno del cauce del río Nalón, así como numerosos rellenos de carácter antrópico constituidos fundamentalmente por escombreras de minas de carbón.

En el esquema adjunto se refleja un esquema geológico de la zona obtenido del plano geológico a escala 1:50.000 nº 53-Mieres.



Situación de la zona estudiada

CARTOGRAFIA GEOLOGICA

3.2.- ENCUADRE GEOLOGICO DE LA PARCELA

La parcela se encuentra situada, desde el punto de vista geológico, en el borde de la llanura aluvial del río Nalón, en contacto con una ladera de materiales carboníferos formados por pizarras y areniscas carboníferas.

Toda la plataforma objeto de estudio está recubierta por rellenos de carácter antrópico.

3.3.- HIDROGEOLOGIA

A nivel regional la red hidrológica es densa y heterogénea, siendo los ríos, en general, cortos pero con caudales importantes y numerosos afluentes.

Debido a la alta pluviometría y a la gran superficie que ocupan materiales con muy poca permeabilidad, la escorrentía superficial es muy importante constituyendo el drenaje natural de la zona el río Nalón.

Según datos de la Investigación Hidrogeológica de la cuenca Norte, IGME (1984), la zona objeto de estudio Campo de Caso no se enmarca dentro de ninguna Unidad Hidrogeológica.

El comportamiento hidrogeológico de los distintos materiales presentes en la zona puede resumirse de la siguiente forma:

- El relleno presenta una permeabilidad variable, en función de su composición y grado de compactación. En las zonas hormigonadas la permeabilidad es muy pequeña mientras que el resto presentan una permeabilidad media-alta.

- Los niveles aluviales presentan una permeabilidad elevada, pudiendo constituir, especialmente el nivel de bolos y gravas con arenas un acuífero de cierto interés.
- Las pizarras y areniscas presentan una permeabilidad muy pequeña a pequeña, asociada únicamente a posibles zonas de fracturación. No constituyen acuífero.

En los sondeos no se ha identificado el nivel freático, aunque en el sondeo S1 se han reconocido filtraciones de agua en el relleno.

En labores realizadas en alguno de los estudios consultados se ha reconocido el nivel freático entre las cotas 235 y 236.

4.- CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES

En este apartado se describirán las características geomecánicas de los materiales reconocidos, derivadas de la testificación de los sondeos, de los ensayos de penetración dinámica y de las calicatas realizadas para el proyecto de urbanización, así como de las caracterizaciones efectuadas en laboratorio.

La parcela se sitúa sobre rellenos antrópicos, mayoritariamente constituidos por materiales de escombreras de minas de carbón y restos de construcción que se han depositado sobre materiales aluviales o directamente sobre el sustrato rocoso que está constituido por pizarras con areniscas y pasos de carbón.

Se describen pues los siguientes niveles estratigráficos:

Cuaternario:

- Relleno antrópico
- Arenas limosas (aluvial)
- Cantos y gravas redondeadas en matriz arenosa (aluvial)

Carbonífero:

- Pizarras con areniscas

4.1.- RELLENO ANTRÓPICO (QR)

Se han detectado dos tipos de rellenos, uno heterogéneo y otro de escombrera de minas de carbón.

Relleno heterogéneo (QRH)

El relleno heterogéneo aparece en toda la parcela en general está constituido por restos de construcción y otros elementos (madera, plásticos, cables, etc.). Existen también abundantes losas de hormigón pertenecientes a antiguas construcciones. Se reconoce en la mayor parte una capa de grava superficial.

Su espesor varía entre 1,00 y 4,90 m.

Se presentan muy compactos siendo muy difícil su excavación debido a la presencia de losas de hormigón.

En los ensayos de penetración dinámica se han obtenido golpes medios comprendidos entre $N_{20}=24$ a $N_{20}=87$.

Escombrera de mina de carbón (QRE)

Los rellenos de escombrera de mina de carbón, existen en toda la superficie de la parcela, están constituidos por cantos angulosos de pizarra y arenisca con arenas algo limosas y restos carbonosos que le confieren un color negro.

Se diferencian unos niveles con cantos abundantes y otros en los que predominan los finos.

En los ensayos SPT realizados se han obtenido resultados muy variables ($N=9$, 9, 8, 6, 7, 18, 25 y 8).

En los ensayos de penetración dinámica se obtienen valores medios comprendidos entre $N_{20}=5$ y $N_{20}=62$, aunque los valores más elevados se obtienen en profundidad y con niveles con abundantes cantos de pizarras y areniscas.

En la muestra analizada, sobre muestra con abundantes finos, se han obtenido los siguientes resultados:

MUESTRA	LIMITES		GRANUL.		AGRESIVIDAD
	LL	IP	2	0,08	
S3-M1	29,2	6,7	90	54,2	NO AGRESIVO

En muestras analizadas en zonas próximas

MUESTRA	LIMITES		GRANUL.		PROCTOR		C.B.R.		M.O.	SALES
	LL	IP	2	0,08	H. OPT.	DENSIDAD	HIN.	INDICE	%	%
C4-M1	NO	NO	57	13	9,0	2,05	0,0	12,3	2	0,18

En función de estos resultados se deducen las siguientes características:

- Se clasifican como suelo tipo GM a ML y se trata de una mezcla de gravas angulosas con arenas y limos en proporción variable.
- Plasticidad nula o pequeña.
- Presentan una compacidad variable.
- Son fácilmente excavables mediante retroexcavadora.
- Se ha determinado su no agresividad al hormigón.
- Como parámetros resistentes se les considera las siguientes características medias:
 - Cohesión: $0,05 \text{ kg/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno: 30°
 - Densidad aparente: $1,98 \text{ t/m}^3$

4.2.- ARENAS. ALUVIAL (QA1)

Se reconoce un nivel aluvial más superficial constituido por arenas limosas.

Presentan un espesor de 1,00-1,40 m.

En el ensayo de penetración dinámica se ha obtenido un valor de $N_{20}=13$.

En función de los datos disponibles, se deducen las siguientes características:

- Se clasifican como suelo tipo SM y se trata de arenas limosas.
- Plasticidad nula.
- Presentan una compacidad media.
- Son fácilmente excavables mediante retroexcavadora.
- Como parámetros resistentes se les considera:
 - Cohesión: $0,10 \text{ kg/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno: 25°
 - Densidad aparente: $1,9 \text{ t/m}^3$

4.3.- CANTOS Y GRAVAS CON ARENAS. ALUVIAL (QA2)

Corresponde a un nivel de bolos y gravas subredondeadas y redondeadas, fundamentalmente de cuarcita y cuarzo, en matriz arenosa, que forman un nivel típicamente aluvial que aparece en toda la parcela con espesor variable. La proporción de matriz es media, entorno al 20 %, siendo el tamaño más frecuente de los cantos de 10-12 cm y el tamaño máximo de 40 cm.

Se les ha medido un espesor de 3,20-3,30 m. en los sondeos S1 y S2, en el sondeo S3, más próximo a la ladera, no aparecen.

En la muestra analizada se han obtenido los siguientes resultados:

MUESTRA	LIMITES		GRANUL.		AGRESIVIDAD
	LL	IP	2	0,08	
S1-M1	No	No	56	22,4	NO AGRESIVO

En el ensayo SPT se ha obtenido un resultado de $N=45$, mientras que en los ensayos de penetración dinámica se obtiene un valor medio de $N_{20}=66$ e incluso rechazo, dada la presencia de cantos de gran tamaño.

Se define como un suelo tipo GM (S.U.C.S.), constituido por cantos redondeados y subredondeados tamaño bolo y grava, en una matriz areno-limosa, deduciéndosele los siguientes parámetros resistentes:

- Cohesión: $0,01 \text{ Kg/cm}^2$
- Angulo de rozamiento interno: $35-40^\circ$.
- Módulo de elasticidad: 400 Kg/cm^2 .
- Coeficiente de Poisson: $0,25$

4.4.- CARBONIFERO: PIZARRAS Y ARENISCAS ©

El sustrato de la zona está constituido fundamentalmente por pizarras y areniscas con pasos de carbón.

Pizarras

Desde el punto de vista petrográfico, las pizarras están formadas por una matriz arcillosa homogénea, compacta. En general se trata de limolitas y limolitas arenosas con algún término lutítico.

En general presentan una meteorización de grado II a III, aunque la capa superior se presenta más alterada.

Su permeabilidad es muy pequeña.

En los ensayos realizados se han obtenido los siguientes resultados:

MUESTRA	R. COMPRESIÓN SIMPLE	AGRESIVIDAD
S1-M1	77 kg/cm ²	No agresiva
S3-M2	53 kg/cm ²	

En los estudios consultados se han obtenido valores para la resistencia a compresión simple comprendidas entre 20 y 198 kg/cm².

En los sondeos se ha medido un RQD del 22-82% %

Areniscas

Presentan una estructura tabular, meteorización de grado I, permeabilidad baja ligada a porosidad intergranular y a planos de fractura o estratificación.

En los ensayos realizados se han obtenido los siguientes resultados:

MUESTRA	R. COMPRESIÓN SIMPLE
S1-M2	415 kg/cm ²

Se clasifican, siguiendo los criterios de Bienawiski como una roca de calidad media (clase III), con índice RMR de 50, para las que se consideran ángulos de rozamiento interno de 35°.

En los sondeos se definen como intercalaciones en las pizarras con espesores comprendidos entre 0,40 y 0,90 con un RQD de 78-86 %

Macizo rocoso

El macizo rocoso carbonífero está constituido por pizarras con intercalaciones de areniscas y pequeños pasos de carbón.

En los sondeos se ha medido un RQD medio del 61 %.

Dado el predominio de las pizarras sobre las areniscas, se puede agnar al macizo, del lado de la seguridad, una resistencia a compresión simple de 65 kg/cm^2 (valor medio de los obtenidos en las pizarras).

Se clasifican, siguiendo los criterios de Bienawiski como una roca de calidad media (clase III), con índice RMR de 45, para las que se consideran una cohesión de 2 kg/cm^2 y ángulos de rozamiento interno de 30° .

El módulo de elasticidad del macizo se obtiene a partir de la siguiente formula que lo relaciona con el índice RMR:

$$E = \alpha \times 10^{((\text{RMR}-10)/40)}$$

Siendo α un coeficiente que depende de la resistencia a compresión simple y obteniendo E en Gpa.

En nuestro caso se tiene:

$$\alpha = 0,2$$

$$E = 15.000 \text{ kg/cm}^2$$

5.- CONDICIONES DE CIMENTACION

5.1.- CIMENTACION

La parcela se dispone sobre un sustrato carbonífero formado por pizarras con intercalaciones de areniscas y pequeños pasos de carbón. Sobre el sustrato se reconocen, en gran parte de la parcela, depósitos de origen aluvial formados por arenas limosas y cantos y gravas redondeados en matriz arenosa, y en toda la parcela rellenos antrópicos.

Aunque dadas las características de los materiales, se podría realizar una cimentación superficial sobre los rellenos de escombrera de minas de carbón, una vez eliminado el relleno heterogéneo, con cargas admisibles de hasta $1,0 \text{ kg/cm}^2$, existen dos factores que desaconsejan este tipo de cimentación:

- a) La compacidad irregular de los materiales de escombrera, que pueden dar lugar a asientos diferenciales.
- b) La situación del edificio limitando con el talud, con el riesgo consiguiente de que cualquier pequeño deslizamiento afecte a la cimentación. Aunque el talud actualmente no presenta signos de inestabilidad, la sobrecarga que supondrá la cimentación lo hace más inestable.

Es por ello que se aconseja una cimentación profunda mediante pilotes empotrados en el sustrato carbonífero.

El sustrato carbonífero sano aparece, en la zona de construcción a una profundidad variable entre 15,55 y 18,50 m. y se trata de pizarras con intercalaciones de areniscas y delgados pasos de carbón.

Para el macizo se han determinado las siguientes características:

- Resistencia a compresión simple de 65 kg/cm^2 (valor medio de los obtenidos en las pizarras).
- Módulo de elasticidad, $E = 15.000 \text{ kg/cm}^2$
- $\text{RMR} = 45$
- $\text{RQD} = 61\%$

Podrán ejecutarse pilotes de extracción excavados y hormigonados in situ.

Para la estimación de la profundidad de empotramiento de los pilotes en cada apoyo, a continuación se realiza el cálculo de la resistencia unitaria por fuste y punta en cada material, basándose en las fórmulas indicada en el “Documento Básico SE-C Cimientos”, así como su coeficiente de balasto horizontal, a utilizar en su dimensionamiento a esfuerzos laterales:

La resistencia unitaria por punta tiene la expresión:

$$q_p = K_{sp} \times d_f \times q_u$$

siendo:

- q_u : la resistencia a compresión simple
- K_{sp} : coeficiente que depende de las características de las discontinuidades y de las dimensiones de la cimentación.
- $d_f = 1 + 0,4L/d \leq 3$

siendo:

L : longitud de empotramiento

D : diámetro del pilote

En nuestro caso se tiene.

$$q_u(\text{media}) = 65 \text{ kg/cm}^2 \quad K_{sp} = 0,2 \quad d_f = 2,2$$

$$q_p = 28,6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (suponiendo un empotramiento de 3 diámetros)}$$

Aplicando un factor de seguridad de 3 se tiene una carga admisible por punta de:

$$q_{p\text{adm}} = 9,5 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia unitaria por fuste tiene la expresión:

$$q_f = 0,2 \times q_u^{0,5}$$

Con lo que se obtiene:

$$q_f = 5 \text{ kg/cm}^2$$

Aplicando un factor de seguridad de 2 se tiene una carga admisible por fuste de:

$$q_{f\text{adm}} = 2,5 \text{ kg/cm}^2$$

En cuanto a la longitud de los pilotes cabe realizar las siguientes precisiones:

- En la zona de construcción el techo del sustrato rocoso aparece a una profundidad comprendida entre 15,55 y 18,50 m.
- De los planos proporcionados por la empresa HUNOSA se deduce que en la zona de construcción existe una antigua galería de acceso a la antigua 1ª

Planta que se encuentra a la cota 220 (Ver plano adjunto) que partía de la superficie primitiva del terreno. Por lo que por seguridad, los pilotes en esa zona (plano nº 3 del Anexo IV), se deben perforar por lo menos hasta la cota 220.

Por lo que se refiere a los valores de los coeficientes de balasto horizontales, extrapolados de su respuesta resistente, puede tomarse para las pizarras:

$$K_h = 50.000 \text{ T/m}^2/\text{ml de pilote}$$

El empotramiento de los pilotes en el sustrato, condicionará el que no se genere resistencia por el fuste en los depósitos aluviales y rellenos superiores, al no darse el movimiento relativo suficiente para ello.

Por lo que se refiere a su influencia lateral frente a esfuerzos horizontales, puede contarse con un coeficiente de balasto horizontal, variable a la profundidad H:

- $K_h = 1,30 \times 0,75 H \text{ (cm) t/m}^2/\text{ml de pilote}$, para el relleno antrópico
- $K_h = 0,48 \times 0,75 H \text{ (cm) t/m}^2/\text{ml de pilote}$, para las arenas aluviales
- $K_h = 4,80 \times 0,75 H \text{ (cm) t/m}^2/\text{ml de pilote}$, para las gravas aluviales

5.2.- INFLUENCIA DE LABORES MINERAS

No existen labores de explotación de capas que puedan afectar a la construcción proyectada, ya que se sitúa sobre un macizo de protección del pozo. Además las labores del Pozo Entrego han sido paradas en el año 1.992, por lo que sus efectos sobre la superficie son prácticamente nulas.

La única posible influencia de las labores sobre la obra proyectada se refieren a la galería de acceso a 1ª planta antigua, cuyas consecuencias se han reflejado en el apartado anterior

5.3.- AGRESIVIDAD

En los análisis realizados se ha determinado que los suelos son **NO AGRESIVOS** para el hormigón, por lo que no es necesario la utilización de cementos especiales.

Respecto al agua, aunque no se ha detectado el nivel freático mediante los sondeos, los análisis realizados sobre muestras de agua tomadas en el nivel de cantos y gravas redondeadas aluviales, en diversos estudios del Entrego, han dado como resultado su no agresividad al hormigón.

5.4.- RIESGO SISMICO

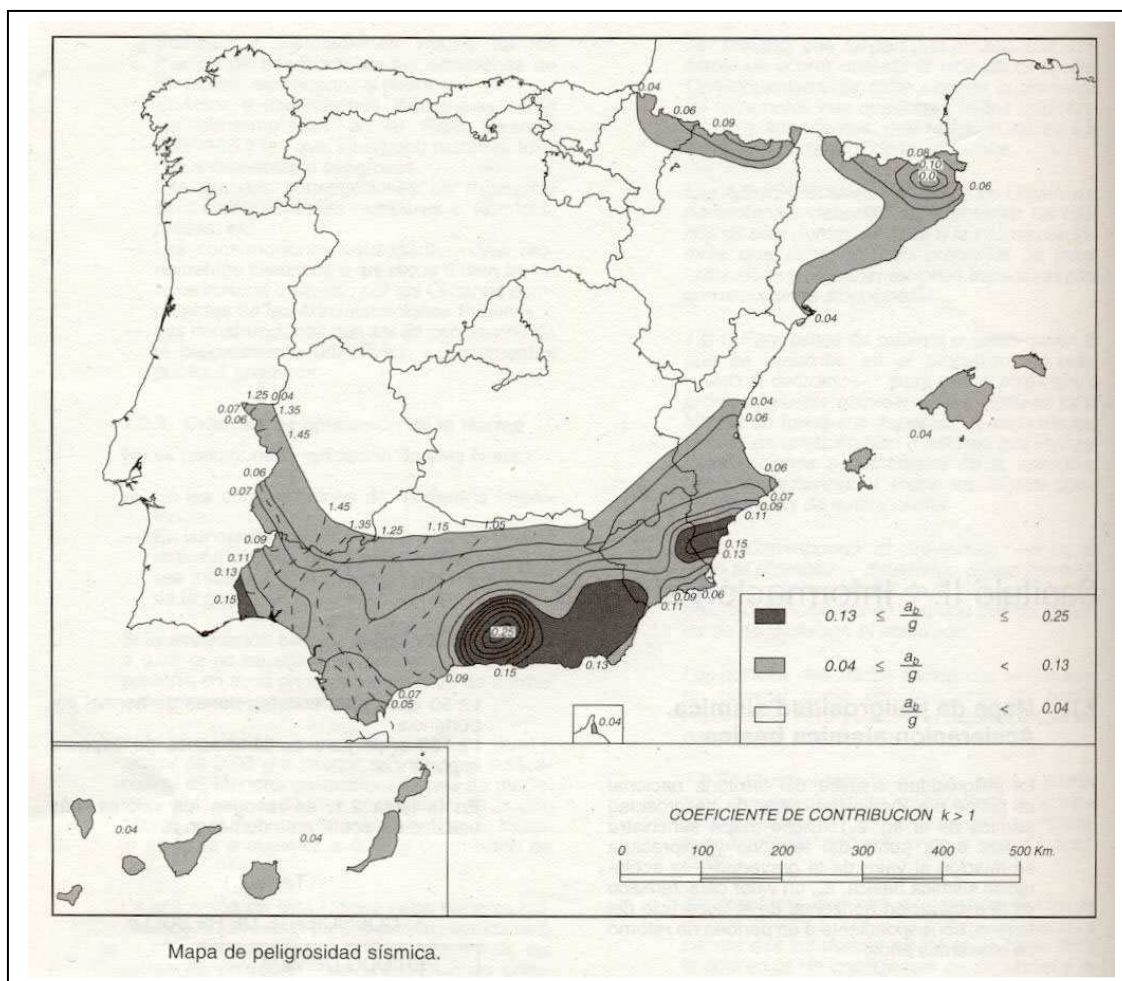
Con respecto al riesgo sísmico es de aplicación la “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)”.

Según esta norma, la obra proyectada se clasifica como “de normal importancia”. Que son aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar victimas, 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.

Según los criterios de aplicación reseñados en la mencionada norma, ésta no será de obligatoria aplicación en las construcciones del tipo de la proyectada cuando la aceleración de cálculo a_c sea inferior a 0,06 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

La aceleración sísmica de cálculo viene definida por $a_c = \rho a_b$

Siendo a_b la aceleración sísmica básica definida en el apartado 2.1. de la Norma cuyo valor viene reflejado en el mapa adjunto, obtenido de la figura 2.1. de la Norma, y ρ un coeficiente adimensional de riesgo función del periodo de vida en años para la que se proyecta la construcción.



Así pues, del mapa de peligrosidad sísmica se obtiene para Asturias $a_b/g < 0,04$ por lo que $a_c < 0,04$ y por tanto, **no es obligatoria la aplicación de medidas correctoras de las acciones sísmicas.**



Fdo. Miguel Angel Iglesias
Ingeniero de Minas

ANEXO I.- SONDEOS

ANEXO II.- ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA

PENETROMETRO Nº 1

PROFUNDIDAD m.	NUMERO GOLPES	R. DINAMICA kg/cm2	RD/20 kg/cm2	RD/12 kg/cm2
0,00-0,20	52	394	19,7	32,9
0,20-0,40	79	599	30,0	49,9
0,40-0,60	37	281	14,0	23,4
0,60-0,80	73	554	27,7	46,1
0,80-1,00	44	334	16,7	27,8
1,00-1,20	19	136	6,8	11,3
1,20-1,40	12	86	4,3	7,1
1,40-1,60	17	121	6,1	10,1
1,60-1,80	17	121	6,1	10,1
1,80-2,00	15	107	5,4	8,9
2,00-2,20	21	142	7,1	11,8
2,20-2,40	11	74	3,7	6,2
2,40-2,60	7	47	2,4	3,9
2,60-2,80	9	61	3,0	5,1
2,80-3,00	12	81	4,0	6,7
3,00-3,20	16	102	5,1	8,5
3,20-3,40	17	109	5,4	9,1
3,40-3,60	16	102	5,1	8,5
3,60-3,80	21	134	6,7	11,2
3,80-4,00	20	128	6,4	10,7
4,00-4,20	21	128	6,4	10,6
4,20-4,40	20	122	6,1	10,1
4,40-4,60	19	115	5,8	9,6
4,60-4,80	17	103	5,2	8,6
4,80-5,00	21	128	6,4	10,6
5,00-5,20	19	110	5,5	9,2
5,20-5,40	20	116	5,8	9,6
5,40-5,60	20	116	5,8	9,6
5,60-5,80	20	116	5,8	9,6
5,80-6,00	16	93	4,6	7,7
6,00-6,20	17	94	4,7	7,8
6,20-6,40	16	88	4,4	7,4
6,40-6,60	20	111	5,5	9,2
6,60-6,80	28	155	7,7	12,9
6,80-7,00	23	127	6,4	10,6
7,00-7,20	23	122	6,1	10,1
7,20-7,40	24	127	6,3	10,6
7,40-7,60	23	122	6,1	10,1
7,60-7,80	25	132	6,6	11,0
7,80-8,00	31	164	8,2	13,7
8,00-8,20	33	175	8,7	14,5
8,20-8,40	32	169	8,5	14,1
8,40-8,60	25	132	6,6	11,0
8,60-8,80	37	196	9,8	16,3
8,80-9,00	33	175	8,7	14,5
9,00-9,20	31	164	8,2	13,7
9,20-9,40	35	185	9,3	15,4
9,40-9,60	40	212	10,6	17,6
9,60-9,80	78	413	20,6	34,4
9,80-10,00	55	291	14,5	24,2
10,00-10,20	50	234	11,7	19,5
10,20-10,40	54	253	12,6	21,1
10,40-10,60	54	253	12,6	21,1
10,60-10,80	54	253	12,6	21,1
10,80-11,00	56	262	13,1	21,8
11,00-11,20	63	295	14,7	24,6
11,20-11,40	58	272	13,6	22,6

11,40-11,60	56	262	13,1	21,8
11,60-11,80	61	286	14,3	23,8
11,80-12,00	68	318	15,9	26,5
12,00-12,20	64	300	15,0	25,0
12,20-12,40	66	309	15,5	25,8
12,40-12,60	75	351	17,6	29,3
12,60-12,80	75	351	17,6	29,3
12,80-13,00	78	365	18,3	30,4
13,00-13,20	100	468	23,4	39,0

PENETROMETRO Nº 2

PROFUNDIDAD m.	NUMERO GOLPES	R. DINAMICA kg/cm2	RD/20 kg/cm2	RD/12 kg/cm2
0,00-0,20	23	174,4	8,7	14,5
0,20-0,40	42	318,6	15,9	26,5
0,40-0,60	21	159,3	8,0	13,3
0,60-0,80	11	83,4	4,2	7,0
0,80-1,00	6	45,5	2,3	3,8
1,00-1,20	4	28,6	1,4	2,4
1,20-1,40	3	21,4	1,1	1,8
1,40-1,60	4	28,6	1,4	2,4
1,60-1,80	6	42,9	2,1	3,6
1,80-2,00	12	85,7	4,3	7,1
2,00-2,20	18	121,5	6,1	10,1
2,20-2,40	19	128,2	6,4	10,7
2,40-2,60	19	128,2	6,4	10,7
2,60-2,80	18	121,5	6,1	10,1
2,80-3,00	16	108,0	5,4	9,0
3,00-3,20	11	70,3	3,5	5,9
3,20-3,40	13	83,1	4,2	6,9
3,40-3,60	14	89,5	4,5	7,5
3,60-3,80	11	70,3	3,5	5,9
3,80-4,00	15	95,9	4,8	8,0
4,00-4,20	16	97,2	4,9	8,1
4,20-4,40	16	97,2	4,9	8,1
4,40-4,60	15	91,2	4,6	7,6
4,60-4,80	17	103,3	5,2	8,6
4,80-5,00	16	97,2	4,9	8,1
5,00-5,20	14	81,1	4,1	6,8
5,20-5,40	14	81,1	4,1	6,8
5,40-5,60	15	86,8	4,3	7,2
5,60-5,80	16	92,6	4,6	7,7
5,80-6,00	16	92,6	4,6	7,7
6,00-6,20	16	88,5	4,4	7,4
6,20-6,40	14	77,4	3,9	6,4
6,40-6,60	15	82,9	4,1	6,9
6,60-6,80	23	127,2	6,4	10,6
6,80-7,00	20	110,6	5,5	9,2
7,00-7,20	19	100,5	5,0	8,4
7,20-7,40	25	132,2	6,6	11,0
7,40-7,60	22	116,4	5,8	9,7
7,60-7,80	20	105,8	5,3	8,8
7,80-8,00	19	100,5	5,0	8,4
8,00-8,20	20	101,4	5,1	8,5
8,20-8,40	22	111,5	5,6	9,3
8,40-8,60	20	101,4	5,1	8,5
8,60-8,80	23	116,6	5,8	9,7
8,80-9,00	23	116,6	5,8	9,7
9,00-9,20	26	126,6	6,3	10,5
9,20-9,40	29	141,2	7,1	11,8
9,40-9,60	46	223,9	11,2	18,7
9,60-9,80	64	311,6	15,6	26,0
9,80-10,00	49	238,5	11,9	19,9
10,00-10,20	46	215,4	10,8	17,9
10,20-10,40	45	210,7	10,5	17,6
10,40-10,60	47	220,1	11,0	18,3
10,60-10,80	52	243,5	12,2	20,3
10,80-11,00	52	243,5	12,2	20,3
11,00-11,20	49	229,4	11,5	19,1
11,20-11,40	55	257,5	12,9	21,5

11,40-11,60	53	248,1	12,4	20,7
11,60-11,80	54	252,8	12,6	21,1
11,80-12,00	56	262,2	13,1	21,8
12,00-12,20	61	285,6	14,3	23,8
12,20-12,40	69	323,1	16,2	26,9
12,40-12,60	82	383,9	19,2	32,0
12,60-12,80	100	468,2	23,4	39,0

PENETROMETRO N° 3

PROFUNDIDAD m.	NUMERO GOLPES	R. DINAMICA kg/cm²	RD/20 kg/cm²	RD/12 kg/cm²
0,00-0,20	15	114	5,7	9,5
0,20-0,40	21	159	8,0	13,3
0,40-0,60	20	152	7,6	12,6
0,60-0,80	12	91	4,6	7,6
0,80-1,00	6	46	2,3	3,8
1,00-1,20	5	36	1,8	3,0
1,20-1,40	5	36	1,8	3,0
1,40-1,60	5	36	1,8	3,0
1,60-1,80	92	657	32,9	54,8
1,80-2,00	94	671	33,6	55,9
2,00-2,20	74	499	25,0	41,6
2,20-2,40	28	189	9,4	15,7
2,40-2,60	36	243	12,1	20,2
2,60-2,80	43	290	14,5	24,2
2,80-3,00	48	324	16,2	27,0
3,00-3,20	12	77	3,8	6,4
3,20-3,40	9	58	2,9	4,8
3,40-3,60	10	64	3,2	5,3
3,60-3,80	8	51	2,6	4,3
3,80-4,00	12	77	3,8	6,4
4,00-4,20	14	85	4,3	7,1
4,20-4,40	12	73	3,6	6,1
4,40-4,60	11	67	3,3	5,6
4,60-4,80	14	85	4,3	7,1
4,80-5,00	12	73	3,6	6,1
5,00-5,20	11	64	3,2	5,3
5,20-5,40	19	110	5,5	9,2
5,40-5,60	21	122	6,1	10,1
5,60-5,80	20	116	5,8	9,6
5,80-6,00	18	104	5,2	8,7
6,00-6,20	17	94	4,7	7,8
6,20-6,40	23	127	6,4	10,6
6,40-6,60	24	133	6,6	11,1
6,60-6,80	26	144	7,2	12,0
6,80-7,00	25	138	6,9	11,5
7,00-7,20	28	148	7,4	12,3
7,20-7,40	24	127	6,3	10,6
7,40-7,60	21	111	5,6	9,3
7,60-7,80	29	153	7,7	12,8
7,80-8,00	14	74	3,7	6,2
8,00-8,20	13	66	3,3	5,5
8,20-8,40	12	61	3,0	5,1
8,40-8,60	16	81	4,1	6,8
8,60-8,80	11	56	2,8	4,6

8,80-9,00	28	142	7,1	11,8
9,00-9,20	38	185	9,2	15,4
9,20-9,40	37	180	9,0	15,0
9,40-9,60	34	166	8,3	13,8
9,60-9,80	24	117	5,8	9,7
9,80-10,00	26	127	6,3	10,5
10,00-10,20	24	112	5,6	9,4
10,20-10,40	19	89	4,4	7,4
10,40-10,60	31	145	7,3	12,1
10,60-10,80	19	89	4,4	7,4
10,80-11,00	28	131	6,6	10,9
11,00-11,20	27	126	6,3	10,5
11,20-11,40	32	150	7,5	12,5
11,40-11,60	36	169	8,4	14,0
11,60-11,80	31	145	7,3	12,1
11,80-12,00	21	98	4,9	8,2
12,00-12,20	19	89	4,4	7,4
12,20-12,40	25	117	5,9	9,8
12,40-12,60	32	150	7,5	12,5
12,60-12,80	24	112	5,6	9,4
12,80-13,00	29	136	6,8	11,3
13,00-13,20	23	108	5,4	9,0
13,20-13,40	28	131	6,6	10,9
13,40-13,60	29	136	6,8	11,3
13,60-13,80	42	197	9,8	16,4
13,80-14,00	41	192	9,6	16,0
14,00-14,20	18	84	4,2	7,0
14,20-14,40	12	56	2,8	4,7
14,40-14,60	11	52	2,6	4,3
14,60-14,80	14	66	3,3	5,5
14,80-15,00	11	52	2,6	4,3
15,00-15,20	11	52	2,6	4,3
15,20-15,40	39	183	9,1	15,2
15,40-15,60	52	243	12,2	20,3
15,60-15,80	65	304	15,2	25,4
15,80-16,00	72	337	16,9	28,1
16,00-16,20	76	356	17,8	29,7
16,20-16,40	68	318	15,9	26,5
16,40-16,60	89	417	20,8	34,7
16,60-16,80	100	468	23,4	39,0

ANEXO III.- ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO IV.- PLANOS