Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

CONCEPTO TECNICO No. CT- 4066 de 2004

Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 074 de 2001

1. INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	Dra. Gloria Ramírez Curador Urbano No. 4
LOCALIDAD:	Usaquén
BARRIO:	Pradera Norte
PROYECTO:	**CENTRO DE ESPECIALISTAS** **Fundación Neumológica Colombiana Cardio-Infantil**
UPZ:	Toberin 12
EJECUTOR:	Espinosa & Restrepo, Cía. Ltda.
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
FECHA DE EMISION:	Noviembre 8 de 2004

2. ANTECEDENTES

De acuerdo con el Decreto 074 del 30 de enero de 2001, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se identifican los límites de Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C. y se adoptan los espectros de diseño, se establece que las construcciones y edificaciones de cualquier índole que se levanten en Bogotá, D. C. o que sean ampliadas, adecuadas o modificadas en forma tal que conlleven intervención estructural, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la Microzonificación Sísmica, acogiendo al efecto los espectros de diseño y sus coeficientes espectrales adoptados para cada zona.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

Por otra parte, el artículo 5 del Decreto antes mencionado establece que podrán utilizarse espectros sísmicos de diseño diferentes a los definidos en dicho decreto, siempre y cuando se definan unos efectos locales particulares para el lugar donde se encuentra localizada la edificación, utilizando estudios de amplificación de las ondas sísmicas que se realicen de acuerdo con lo prescrito en los ordinales (e) a (i) de la sección A.2.9.3 del Decreto 33 de 1998, o estudios especiales referentes a efectos topográficos, cuando sea del caso. Adicionalmente, el parágrafo único del artículo 7 del Decreto 074 de 2001, establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias realizará la revisión de los Estudios Particulares de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas y emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, D.C. – FOPAE - y la Sociedad Colombiana de Geotecnia – SCG – han celebrado un convenio que tiene por objeto realizar una asesoría técnica al FOPAE en la Revisión de Estudios y Metodologías de Evaluación de Riesgo Sísmico y por Fenómenos de Remoción en Masa.

El presente concepto técnico corresponde a la revisión realizada por la Sociedad Colombiana de Geotecnia del Estudio Particular de Respuesta de Amplificación Local del proyecto Centro de Especialistas Clínica Cardio-Infantil, en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 074 de 2001.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO CENTRO DE ESPECIALISTAS CLÍNICA CARDIO-INFANTIL

El estudio entregado a esta entidad indica que en el lote localizado en la Carrera 27 con calle 163 A de la localidad de Usaquén (Figura 1), se contempla el desarrollo de un proyecto con 12 pisos sótano y semisótano y una zona de plataforma perimetral con estructura en pórticos pero no se indica el área construida. Las coordenadas del proyecto son las siguientes:

-104825 Este
-116085 Norte

Tanto el estudio geotécnico como el estudio particular de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas fue elaborado por la firma Espinosa & Restrepo, Cía. Ltda.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

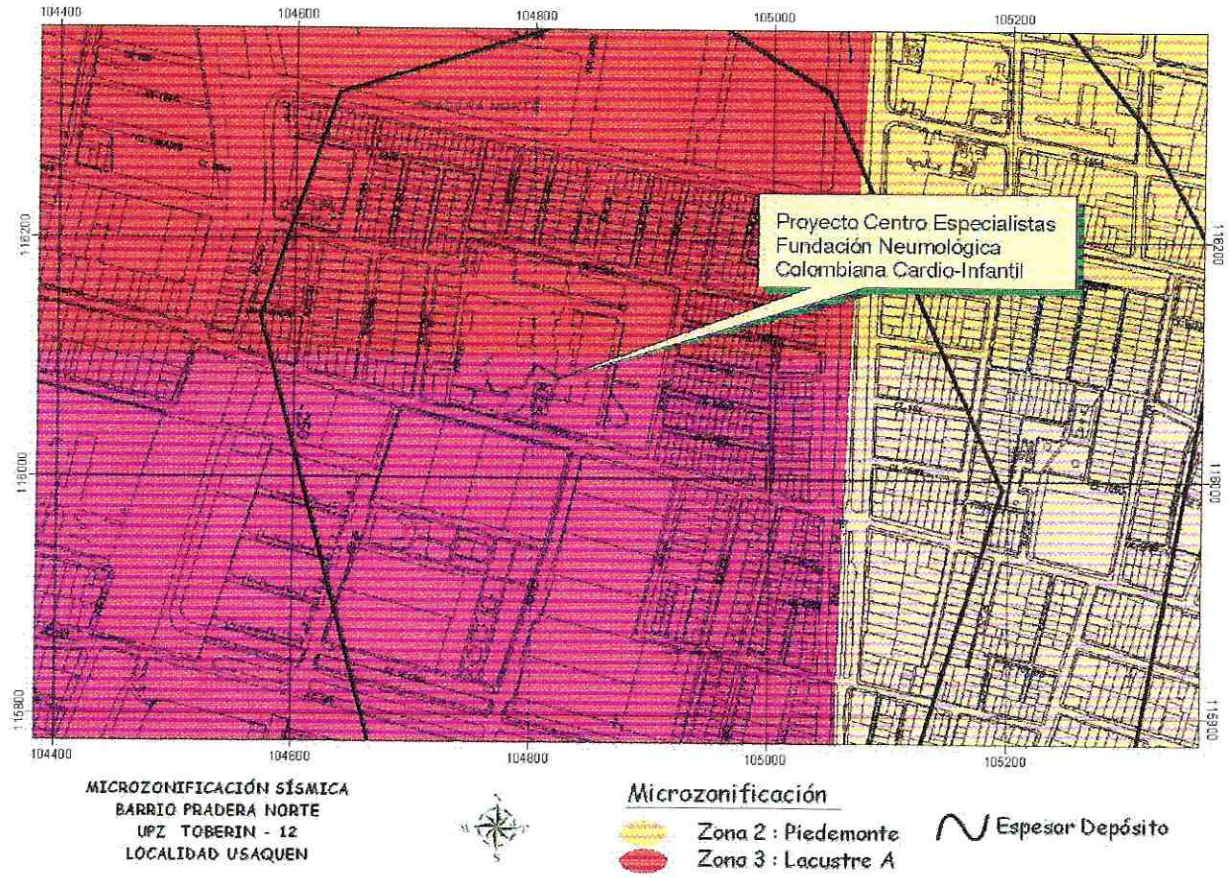


Figura 1 Localización General del Proyecto Centro de Especialistas Fundación Neumológica Colombiana Cardio-Infantil

4. REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe EYR-S 5585 "Estudio de suelos y análisis de microzonificación local para el Centro de Especialistas Clínica Cardio-Infantil Fundación Neumológica Colombiana",

a construirse entre la Carrera 27 con Calle 163 A de Bogotá, se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 074 de 2001 para este tipo de estudios.

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con los requisitos de manera que se pueda verificar de manera razonable la validez del espectro de diseño recomendado, si dicho espectro es diferente al espectro de diseño definido por el decreto 074.

El concepto técnico relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se presenta a continuación, con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado que se listan a continuación.

4.1 Asignación de la zona del proyecto con respecto a la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

En el cuerpo del informe se define la localización del proyecto de acuerdo con en el mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá, ubicándolo en la Zona 3 Lacustre A. Sin embargo, en el informe no se presenta dicho mapa, y no se hace referencia a las implicaciones de la ubicación en dicha zona para la realización de los estudios geotécnicos detallados y el análisis de la respuesta local de amplificación de las ondas sísmicas.

4.2 Realizar número suficiente de ensayos para caracterizar el perfil. Para complementar la información en profundidad del perfil del subsuelo, cuando la profundidad de sedimentos sea mayor a 50 m, se puede consultar: estudios geofísicos, estudios geotécnicos, ensayos de campo y laboratorio y los estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

En la sección 7.1- Metodología y datos de entrada se indica que la profundidad del depósito en el sitio es del orden de 225 m. Sin embargo, de acuerdo con el estudio de microzonificación el espesor de sedimentos puede ser mayor a 250 m. Adicionalmente, no se presenta el perfil de análisis dinámico completo y detallado hasta la roca (falta el perfil dinámico entre los 50m y 225m de profundidad). Solo se presenta el perfil hasta los 50m de profundidad, aunque sin detallar parámetros índice (peso unitario, IP), y tipos de suelo de acuerdo a su diferente comportamiento dinámico (curvas de comportamiento dinámico características obtenidas a partir de los ensayos dinámicos. Tampoco se presenta el análisis utilizado para definir e interpolar el posible perfil geotécnico entre 50 m y 200 m.

4.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, Vs, por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

Se hizo un ensayo de Down Hole del que se define un perfil con dos estratos. Esa interpretación no es consistente con los datos del ensayo que se reproducen a continuación junto con los resultados de otro ensayo en un proyecto cercano donde se aprecia que el perfil es más complejo de lo que se está asumiendo en el estudio.

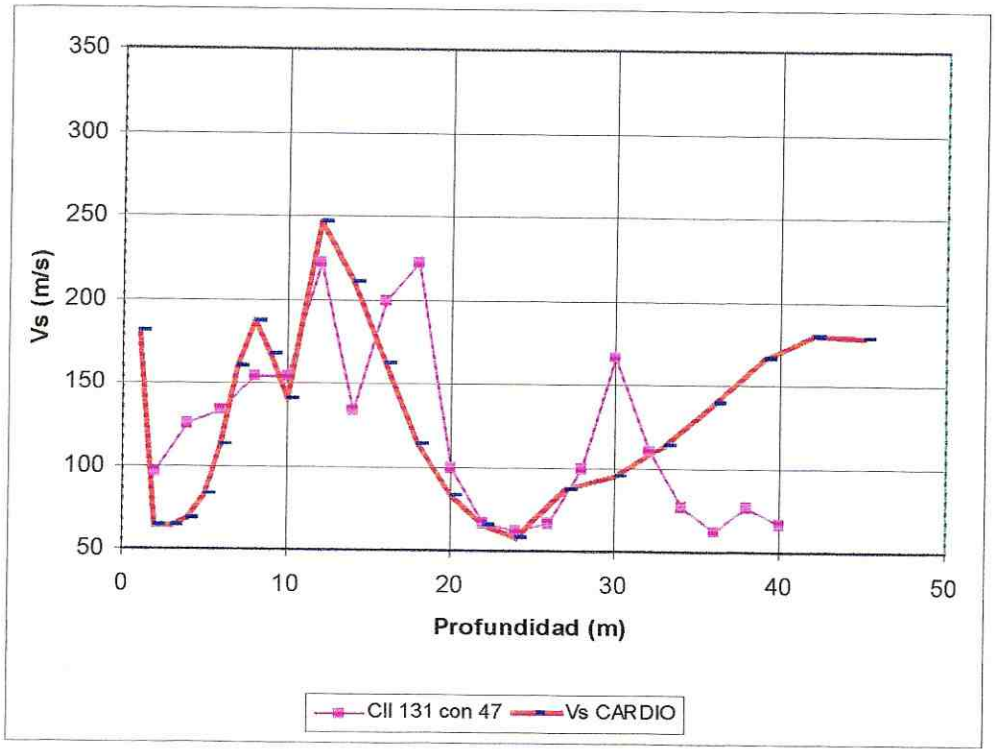


Figura 2 Variación de Vs con la Profundidad

En la Figura 2 se aprecian bajas velocidades de Vs hacia 25 m de profundidad que coinciden con la presencia de turbas. Esto no se ha tenido en cuenta en el estudio.

No se indican que propiedades se utilizaron para los suelos de 50 a 200 m de profundidad. Se hace mención a que son arenas pero no se indica que valores de Vs o Go ni se muestran las curvas de variación del módulo y el amortiguamiento con la deformación. Se deben presentar de manera justificada estas curvas y precisar que valores de Vs o Go se utilizaron.

4.4 Realizar ensayos dinámicos para determinar módulos de corte, G, y relaciones de amortiguamiento, D, sobre muestras inalteradas que cubran todo el intervalo de deformaciones (Velocidad de onda de corte en laboratorio, columna resonante, corte simple cíclico, triaxial cíclico, etc.).

En la sección 2.4 - del informe se hace referencia a resultados que se presentan en el anexo de Bender element antes y después de consolidar, columna resonante y triaxial cíclico de dos muestras. Sin embargo no se presentan ni discuten los resultados ni como estos se utilizaron para los análisis. No se correlaciona con la Vs del ensayo Down-Hole.

En la figura 3 se presentan los datos tomados de los ensayos dinámicos que se reportan en el informe. Como se puede apreciar los datos de los distintos ensayos corresponden a diferentes intervalos de deformación y en algunos casos no hay buena correspondencia de continuidad de las curvas dinámicas. Los dos ensayos triaxiales cíclicos son prácticamente idénticos. Por lo tanto se debe aclarar que curvas se utilizaron. Además se debe aclarar que relación hay entre las curvas de los ensayos y los datos del ensayo de down-hole.

Se dice que para los estratos se obtuvieron los parámetros dinámicos de los ensayos de laboratorio y campo. Sin embargo no se indica cuales fueron esos valores. Se deben mostrar en una figura las curvas utilizadas para cada tipo de material.

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

CONVENIO FOPAE – SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTÉCNIA

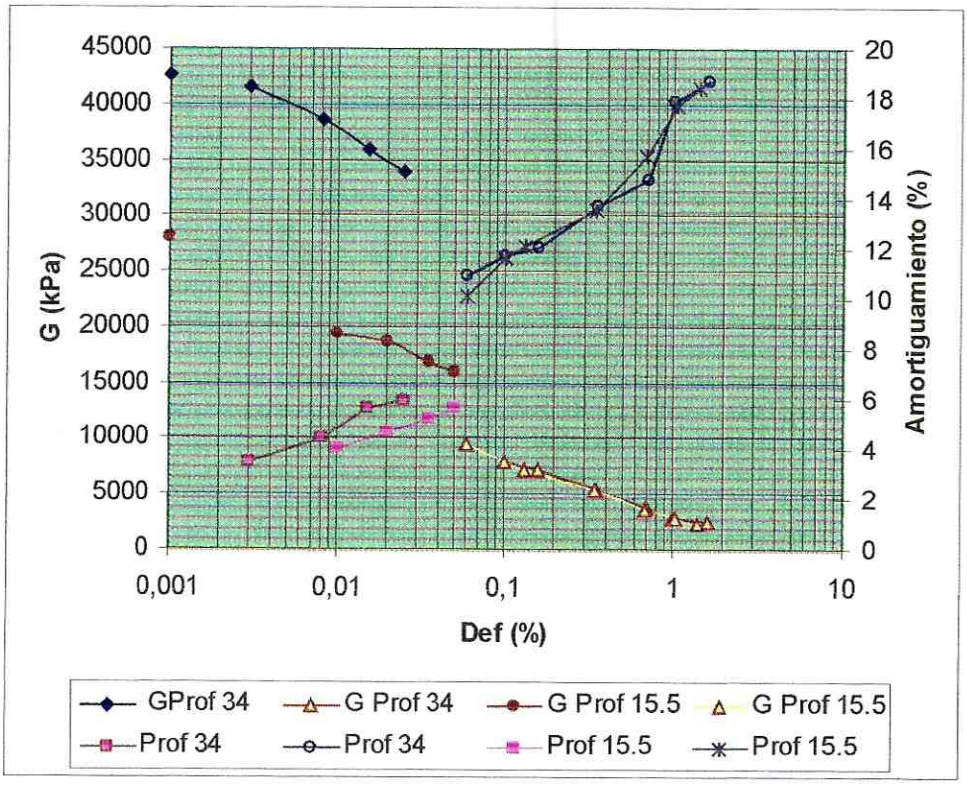


Figura 3 Curvas de Módulo de Corte y Amortiguamiento versus Deformación Cortante

4.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.

4.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados.

Estos aspectos se tratan en el capítulo 7 del informe. Con respecto a esto se tienen las siguientes observaciones:

El análisis con el programa Quake es bidimensional, por lo tanto las condiciones de frontera deben estar lo suficientemente alejadas para que se pueda hacer un análisis unidimensional sin efecto de interferencia de las fronteras laterales. En la Figura de la pag. 18 no se aprecia que este sea el caso. Tampoco en dicha figura se identifican los tipos de materiales ni las propiedades utilizadas.

El programa Quake se puede utilizar para hacer análisis lineales elásticos o lineales equivalentes. No se especifica cual se utilizó

Se presentan los tres sismos utilizados y gráficas de espectros en superficie. Los espectros obtenidos presentan valores a bajos periodos que no corresponden a los de diseño, ya que para periodo cero deben coincidir con los valores de aceleración máxima del terreno, y en los resultados que se muestran dichos valores tienden a cero.

El espectro recomendado no se compara con los valores aceptados por el decreto 074. Con base en los datos de la tabla de la pag 21 se dibujó el espectro recomendado y se encuentra que esta por debajo del mínimo aceptado para la zona 3 a partir de 1.0 seg. Estos datos se presentan en la figura 3

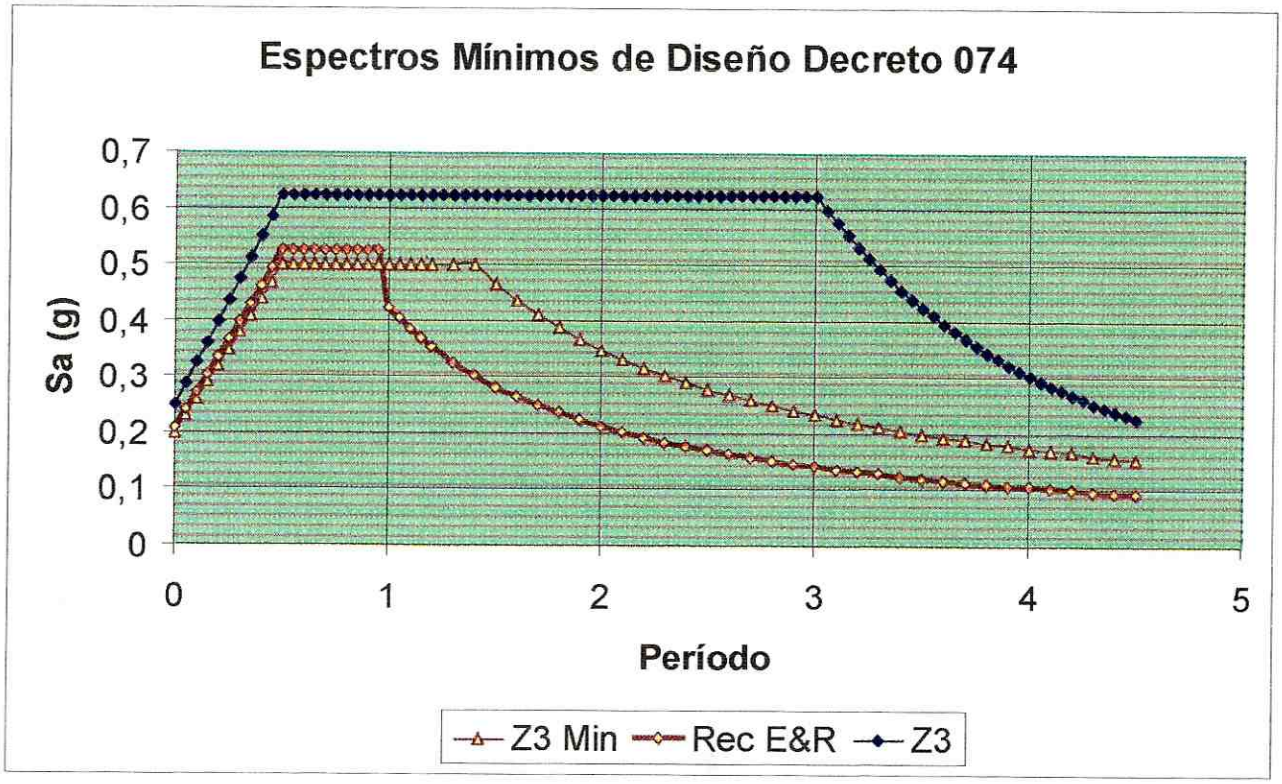


Figura 4 Espectro de Diseño versus Espectros de la Microzonificación

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia está incompleto a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 074 de 2001. Por otra parte el espectro de diseño recomendado no cumple con los requisitos mínimos del Decreto 074, por lo que no es aceptable.

Para poder aprobar el estudio es necesario que se presenten los datos utilizados para los análisis para todo el perfil de suelos considerado, incluyendo las curvas de variación del

Secretaría
GOBIERNO
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Sociedad Colombiana de Geotecnia

módulo de corte y amortiguamiento con la deformación de todos los estratos y los valores de Vs. Se debe revisar el perfil de Vs en los primeros 50 m de acuerdo con los datos del ensayo de Down Hole realizado y se deben sustentar con claridad los parámetros que se utilicen para los suelos entre 50 y 225 m de profundidad. Se debe presentar con claridad el tipo de análisis que se hizo con el programa Quake y se debe presentar el modelo utilizado con sus condiciones de frontera. Se deben presentar los resultados de espectros aclarando la razón por la cual a bajos periodos los valores reportados tienden a cero.

Finalmente se deberá revisar el espectro recomendado de manera que cumpla con los requisitos del decreto 074.

Una vez se complemente el estudio y se realicen las correcciones y aclaraciones solicitadas, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, D.C., con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 074 de 2001

Revisó y Aprobó:

ADOLFO ALARCÓN GUZMÁN
Presidente y Representante Legal
Sociedad Colombiana de Geotecnia

VoBo:	VoBo:
ING. MAURICIO TAPIAS CAMACHO Grupo de Conocimiento DPAE	**JAVIER PAVA SÁNCHEZ** Coordinador Técnico DPAE