



# **ESTUDIO SOBRE LA EXPOSICIÓN A METALES PESADOS DE LA POBLACIÓN DEL CAMPO DE GIBRALTAR**



Escuela Andaluza de Salud Pública  
**CONSEJERÍA DE SALUD**

**Área de Consultoría**  
Granada, Noviembre de 2006

## **Autores y Colaboradores**

Antonio Daponte Codina (Coordinador), Pablo Sánchez Villegas, Gastón Babio, Marina Lacasaña Navarro, Silvia Toro Cárdenas e Inmaculada Aguilera Jiménez, de la Escuela Andaluza de Salud Pública, han organizado y diseñado el estudio, han realizado los análisis de los datos, y han interpretado los resultados.

Fernando Gil Hernández, Antonio Pla Martínez, del Departamento de Medicina Legal, Psiquiatría y Toxicología de la Universidad de Granada, han realizado las determinaciones de los metales en orina.

El grupo Item ha realizado el trabajo de campo.

Agradecemos su colaboración a la dirección del Área Sanitaria del Campo de Gibraltar, y particularmente a los profesionales de los centros de salud que han hecho posible este estudio.

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Justificación.....	1
1.2.	Evaluación de la exposición ambiental a contaminantes .....	2
1.3.	Efectos sobre la salud humana y control biológico de la exposición.....	3
1.3.1.	Cadmio .....	3
1.3.2.	Cromo .....	5
1.3.3.	Níquel .....	7
2.	ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A METALES PESADOS DE LA POBLACIÓN DEL CAMPO DE GIBRALTAR.....	9
2.1.	Objetivo general.....	9
2.2.	Objetivos específicos .....	9
2.3.	Metodología .....	9
2.3.1.	Diseño.....	9
2.3.2.	Sujetos de estudio .....	9
2.3.3.	Variables.....	11
2.3.4.	Selección de sujetos.....	11
2.3.5.	Presentación del estudio .....	12
2.3.6.	Recogida de Información.....	12
2.3.7.	Centros de Salud colaboradores.....	13
2.3.8.	Recepción y almacenamiento de las muestras de orina.....	13
2.3.9.	Entrada de datos .....	14
3.	METODOLOGÍA ANALÍTICA .....	15
3.1.	Muestras .....	16
3.1.1.	Composición de la orina .....	16
3.1.2.	Recogida de muestras.....	16
3.1.3.	Preparación de la muestra .....	16
3.2.	Fundamento del método de análisis.....	16
3.3.	Calibración .....	18
3.4.	Validación del método analítico .....	19
3.4.1.	Especificidad y selectividad.....	19
3.4.2.	Exactitud. Comparabilidad de las medidas .....	19
3.4.3.	Precisión .....	20
3.4.4.	Límite de detección .....	20
3.4.5.	Límite de cuantificación .....	21
3.4.6.	Intervalo de linealidad.....	21
3.4.7.	Intervalo de trabajo.....	21

3.4.8. Incertidumbre.....	21
3.5. Reactivos .....	22
3.6. Materiales y equipos .....	22
3.7. Procedimiento para la determinación de cromo en orina por ETAAS .....	22
3.7.1 Limpieza de material .....	22
3.7.2. Preparación de la muestra .....	23
3.7.3. Preparación de los patrones y curva de calibrado .....	23
3.7.4. Cálculo y expresión del resultado de ensayo.....	23
3.7.5. Validación del método analítico.....	23
3.8. Procedimiento para la determinación de níquel en orina por ETAAS .....	24
3.8.1. Limpieza de material .....	24
3.8.2. Preparación de la muestra .....	24
3.8.3. Preparación de los patrones y curva de calibrado .....	24
3.8.4. Cálculo y expresión del resultado de ensayo.....	24
3.8.5. Validación del método analítico.....	25
3.9. Procedimiento para la determinación de cadmio en orina por ETAAS .....	25
3.9.1. Limpieza de material .....	25
3.9.2. Preparación de la muestra .....	25
3.9.3. Preparación de los patrones y curva de calibrado .....	25
4. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA .....	27
4.1. Análisis descriptivo y contrastes sobre medias .....	27
4.2. Análisis multivariante .....	27
4.2.1. Regresión lineal múltiple .....	28
4.2.2. Regresión logística .....	29
5. RESULTADOS DEL ESTUDIO .....	31
5.1. Caracterización de la población de estudio .....	31
5.2. Consideraciones sobre las concentraciones de metales en orina .....	32
5.3. Cadmio.....	33
5.3.1. Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Cadmio en orina.....	33
5.3.2. Análisis multivariante: regresión lineal múltiple.....	34
5.3.3. Análisis multivariante: regresión logística .....	35
5.4. Cromo .....	37
5.4.1. Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Cromo en orina.....	37
5.4.2. Análisis multivariante: regresión lineal múltiple.....	38
5.4.3. Análisis multivariante: regresión logística .....	39
5.5. Níquel.....	40

5.5.1. Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Níquel en orina.....	40
5.5.2. Análisis multivariante: regresión lineal múltiple.....	41
5.4.3. Análisis multivariante: regresión logística .....	42
6. DISCUSIÓN.....	44
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
8. BIBLIOGRAFÍA.....	51

ANEXO I: CARTA DE PRESENTACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

ANEXO II: CUESTIONARIO

ANEXO III: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

ANEXO IV: DIARIO DE DIETA

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Justificación

El Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) realizó una serie de estudios sobre contaminación ambiental en el Campo de Gibraltar. Entre las conclusiones de dichos estudios cabe destacar la presencia en la zona de contaminación de origen industrial. Dicha contaminación produce niveles comparativamente más elevados de algunos compuestos químicos, principalmente metales pesados.(CSIC 2005)

De entre los metales identificados por el CSIC, el Cadmio, el Níquel, y el Cromo, a concentraciones elevadas, tienen probados efectos en la salud de las personas. Es por ello que la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía ha considerado la conveniencia de evaluar la exposición de la población del Campo de Gibraltar a dichos metales.

La población del Campo de Gibraltar es de unos 230.000 habitantes, y se distribuye en siete municipios. Estos son Algeciras, con una población de 101.468 habitantes, La Línea (59.437 habitantes), San Roque (23.436), Los Barrios (17.737), Castellar de la Frontera (2.571), Jimena de la Frontera (9.088) y Tarifa (15.670). Dentro del Campo de Gibraltar, tres zonas o barriadas, merecen especial consideración, dada su ubicación cercana a los complejos industriales del Campo, y porque los vientos dominantes podrían hacer que la exposición de la población residente en dicha barriadas estuviera más expuesta a las emisiones de dichos focos industriales contaminantes. Estas tres barriadas son: Campamento (San Roque), Puente Mayorga (San Roque) y Palmones (Los Barrios).

Así pues, se justifica la necesidad de realizar un estudio que tenga como objetivo principal evaluar el nivel de exposición a Cadmio, Cromo, y Níquel, de la población del Campo de Gibraltar, prestando particular atención a las tres barriadas identificadas.

## **1.2. Evaluación de la exposición ambiental a contaminantes**

La información de que se dispone hasta el momento pone de manifiesto la posible existencia de unos niveles de metales en aire que podrían ser mayores a los que habitualmente se encuentran en el medio ambiente urbano de las ciudades, y que podrían ser potencialmente peligrosos para la salud de la población del Campo de Gibraltar

El abordaje habitual de la evaluación del impacto de contaminantes ambientales en la salud de las personas implica tres etapas bien diferenciadas: la evaluación de la presencia y concentración de la sustancia(s) en el medio, la evaluación de la exposición de las personas, y finalmente, la evaluación de daños en la salud. En el caso del campo de Gibraltar, la evaluación del medio ambiente sugiere la presencia de metales de origen industrial a concentraciones susceptibles de ser peligrosas para la salud de las personas. Dado que el medio ambiente, y particularmente el aire, contiene un sinnúmero de sustancias producidas por el tráfico, actividades industriales, de origen natural, o producidas por otras actividades antropogénicas, las concentraciones a las que están los contaminantes se convierten en un factor determinante de la probabilidad de que existan daños a la salud. En el caso que nos ocupa, tanto el níquel, el cromo o el cadmio son muy ubicuos en el medio ambiente, bien porque se encuentran de forma natural, y también porque aparecen en los alimentos, en el aire, etc, en cantidades variables. Es decir, la mayoría de las personas están expuestas de forma habitual a estas sustancias. Por lo tanto, el nivel de exposición es el factor fundamental para evaluar el posible riesgo para la salud de las personas. Es por ello que el objetivo principal de este estudio consiste en evaluar el nivel de exposición de la población del campo de Gibraltar al cromo, cadmio y níquel.

La metodología de los estudios epidemiológicos que investigan la exposición ambiental de una población determinada a uno o varios contaminantes difiere bastante según los objetivos que se persiguen y las características de la población de estudio. Sin embargo, la mayoría de ellos tienen en común la aleatoriedad en la selección de la muestra, el uso de bioindicadores como marcadores de exposición y la simultaneidad en la toma de muestras cuando se comparan varias poblaciones.

Los fluidos biológicos más comúnmente utilizados para evaluar biomarcadores son la sangre y la orina. Dependiendo de la sustancia cuya exposición se quiera evaluar,

también se han empleado otros como heces, pelo, uñas, leche materna o tejidos de órganos como el hígado, riñón, etc.

El fluido biológico que se ha utilizado en este estudio ha sido la orina, y los contaminantes analizados han sido el cadmio, el níquel y el cromo. Todos ellos son metales presentes en el Campo de Gibraltar en concentraciones variables, y por tanto susceptibles de ser incorporados al organismo humano a través de la exposición por vía respiratoria e incluso oral. Además, presentan la característica común de que se puede valorar la exposición a través de la orina, siendo un método no invasivo en comparación con otro tipo de muestras biológicas.

### **1.3. Efectos sobre la salud humana y control biológico de la exposición**

De manera resumida a continuación se presenta la información más relevante sobre los posibles efectos en la salud de los metales pesados considerados en este estudio, así como sobre el control biológico de su exposición.

#### **1.3.1. Cadmio**

##### *Efectos sobre la salud*

Para la población general no fumadora, la principal exposición a cadmio se produce a través de la alimentación. Se calcula que la ingesta diaria de cadmio a través de la dieta en EE.UU. puede variar entre 18,9 y 30  $\mu\text{g}/\text{día}$  (Choudhury et al. 2001). La exposición a nivel individual aumenta en el caso de los fumadores, llegando a duplicarse (Roggi *et al.*, 1996). También aumenta en aquellas personas que residen en las cercanías de fundiciones de cinc y plomo, incineradoras de residuos u otros tipos de industrias que emitan cadmio a la atmósfera (ATSDR, 1993).

Los efectos perjudiciales del cadmio son conocidos desde hace mucho tiempo. La inhalación de aire con elevadas concentraciones de cadmio en el ambiente laboral daña seriamente el sistema respiratorio y en particular los pulmones, provocando traqueobronquitis, neumonía, rinitis crónica, edema pulmonar y pérdida de olfato. Cuando las concentraciones son menores, el riñón es el órgano más afectado, aunque también se han observado efectos en el sistema óseo (Cai et al., 1998). En las

situaciones de exposiciones crónicas elevadas, el riñón es el órgano más afectado. El cadmio causa proteinuria irreversible y una disminución de la tasa de filtración glomerular (Roels et al., 1999). Algunos estudios epidemiológicos han puesto de manifiesto que existe asociación entre niveles relativamente bajos de cadmio y biomarcadores de disfunción renal y disminución de la densidad mineral ósea. Sin embargo, la relevancia para la salud de dicha asociación está todavía por determinar (NCEH 2005).

Otros efectos derivados de la exposición crónica ocupacional por inhalación son: dolor de cabeza, vértigo, alteraciones del sueño, sudoración, contracciones musculares involuntarias, pérdida de peso y fatiga. También se sugiere que el cadmio es un factor causativo de hipertensión y enfermedad cardiovascular (WHO, 1992 en Brzóska et al., 1998).

El cadmio está clasificado por la IARC (International Agency for Research on Cancer) como agente cancerígeno y por la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) como probable cancerígeno por inhalación. Los estudios que asocian la exposición a cadmio con un mayor riesgo de cáncer se centran casi exclusivamente en la exposición ocupacional, e indican una cierta evidencia de un mayor riesgo de cáncer de pulmón asociado a dicha exposición. Sin embargo, los datos no son del todo claros debido a la dificultad para eliminar la influencia del tabaco, un factor importante de riesgo de cáncer de pulmón que a la vez es fuente de exposición a cadmio.

Por último, algún estudio ha asociado la exposición ocupacional a cadmio con un mayor riesgo de cáncer de próstata, pero dicha asociación no está todavía suficientemente demostrada (ATSDR, 1993).

#### *Control biológico de la exposición*

Los indicadores que se han utilizado para determinar la exposición han sido los niveles de cadmio en orina, sangre, heces, pelo, hígado, riñón y otros tejidos, teniendo cada uno de ellos unas utilidades y limitaciones específicas (Börjesson et al., 1997). Los niveles en orina y sangre han sido y son los más utilizados.

En individuos no expuestos laboralmente, la excreción media urinaria es de aproximadamente 0,3 µg/g creatinina, no excediendo generalmente de 1 µg/g

creatinina. Estos valores son más elevados en fumadores y ex fumadores, ya que la excreción urinaria del cadmio está afectada por el humo del tabaco (Wood, 1996).

Respecto a la exposición ambiental, se han realizado varios estudios en poblaciones asiáticas con una importante exposición a través de la alimentación (concretamente arroz). Nishijo et al. (1999) estudiaron los niveles de cadmio en orina de 3119 individuos residentes en un área de Japón con una elevada contaminación atmosférica por cadmio, encontrando que un 43% de los hombres y un 74% de las mujeres presentaban niveles superiores a 5 µg/g creatinina. Se han hallado algunas anomalías renales asociadas a excreciones por encima de 2-4 µg/día (aproximadamente 1-3 µg/g creatinina).

En poblaciones expuestas a niveles habituales de cadmio, es decir, poblaciones no expuestas a emisiones industriales o ocupacionales, los niveles de cadmio en orina entre adultos están por debajo de 1 µg/g creatinina. En algunos países en los que se ha realizado la evaluación de la exposición a cadmio en población general (no ocupacional), los valores medios suelen ser bajos, en torno a 1 µg/g creatinina. Así, los niveles medios en Estados Unidos son de 0,34 (NCEH, 2005), de 0,27 en Alemania (Becker et al, 1998), de 0,75 en Suecia (Jarup et al. 2002), 1,42 en el sureste asiático (Ikeda et al. 2000a), 2,30 en China (Ikeda et al. 2000a) , 3,94 en Japón (Ikeda et al 2000b), o 2,26 en Corea (Moon 1999).

### **1.3.2. Cromo**

#### *Efectos sobre la salud*

La población general puede verse expuesta a cromo a través del aire, de los alimentos y/o del agua, siendo diferente en cada caso la biodisponibilidad del cromo. La exposición dérmica también puede ocurrir debido al posible contacto de la piel con productos de consumo que contengan cromo, como cemento, materiales de limpieza, cuero, etc. (McCarron et al., 2000).

Según la vía de exposición, los efectos del cromo sobre la salud difieren unos de otros. Tanto los efectos adversos agudos como los crónicos están causados principalmente por los compuestos hexavalentes, que son altamente tóxicos para los humanos (ATSDR, 1993).

Prácticamente no existen estudios sobre exposición ambiental, sino que la mayoría han investigado la exposición ocupacional, tanto aguda como crónica. El único estudio amplio que se ha encontrado sobre exposición ambiental se realizó en una población china residente junto a una planta de aleación que empleaba cromo desde los años 60, revelando una mayor incidencia de cánceres de pulmón y estómago con respecto a la población nacional. No presenta datos exactos sobre la exposición, pero indica que ésta se producía a través del aire, agua, suelo y alimentos (Zhang y Li, 1987).

La respiratoria es la principal vía de exposición ocupacional a compuestos de cromo. Numerosos estudios realizados sobre trabajadores expuestos ocupacional y crónicamente a cromo (III) y (VI) señalan como principales efectos respiratorios la ulceración y perforación del tabique nasal, así como rinitis y bronquitis. También se ha encontrado que la exposición ocupacional a cromo (VI) provoca alteraciones gastrointestinales (gastritis, indigestión, dolor estomacal, úlcera duodenal) debido a su acción oxidante, así como lesiones en la piel (dermatitis irritativa y úlceras crónicas) y alteraciones renales (niveles elevados de  $\beta$ 2-microglobulina) (Franchini et al., 1984).

Un amplio estudio de casos y controles realizado en Japón con amas de casa que residían junto a una zona contaminada por residuos de construcción con alto contenido en cromo reveló que estas mujeres presentaban una mayor incidencia de irritación nasal y ocular, así como de estreñimiento y diarrea (Greater Tokyo Bureau of Hygiene, 1989 en ATSDR, 1993).

En cuanto a los efectos cancerígenos, se ha asociado la exposición a compuestos de cromo (VI) a un mayor riesgo de cánceres del sistema respiratorio, principalmente nasal y de pulmón, así como también a un posible mayor riesgo de cáncer de estómago. Existe por tanto evidencia clara de que el cromo (VI) es cancerígeno. Sin embargo, para el caso del cromo (0) y (III) dicha asociación no es tan concluyente (ATSDR, 1993).

Existen menos estudios sobre la exposición oral a compuestos de cromo. Entre los efectos asociados a dicha exposición destacan los gastrointestinales: dolor de estómago, úlceras, diarrea y vómitos. También se han hallado efectos hematológicos (leucocitosis y neutrofilia) en poblaciones expuestas a una concentración de 20 mg Cr(VI)/L. Otros efectos observados, la mayoría en casos de intoxicación aguda, son daños hepáticos (desarrollo de ictericia, incremento de la bilirrubina) y renales

(proteínuria, hematuria). Por último, no existe evidencia de que exista una asociación entre la exposición oral a compuestos de cromo y algún tipo de cáncer.

#### *Control biológico de la exposición*

Los niveles normales de cromo en fluidos y tejidos humanos deben interpretarse con cautela, debido tanto a la baja sensibilidad de los métodos de detección normalmente utilizados como a la presencia ubicua de cromo en los laboratorios. La técnica analítica más empleada para su determinación es la espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito.

El control biológico de la exposición ocupacional a cromo se ha llevado a cabo utilizando principalmente los niveles en la orina o el suero como bioindicadores. Sin embargo, existen pocos datos sobre la utilización de indicadores biológicos para valorar la exposición ambiental.

En los sujetos no laboralmente expuestos, la eliminación urinaria se considera igual a la absorción total (Franchini et al., 1984). Los niveles normales de cromo total en orina en la población no expuesta suelen ser inferiores a 1  $\mu\text{g/L}$  o 5  $\mu\text{g/g}$  creatinina (Cornelis et al., 1995). Alimonti et al. (2000) realizaron un estudio en Roma para determinar los valores de referencia en jóvenes ( $n=131$ ), hallando un rango de referencia de 0,07 – 0,76  $\mu\text{g/g}$  creatinina. Otro estudio también realizado en Italia pero con población de todas las edades ( $n=890$ ) obtuvo una media geométrica de 0,08  $\mu\text{g/L}$  (Apostoli et al., 1997).

### **1.3.3. Níquel**

#### *Efectos sobre la salud*

Dado que el níquel está presente en el ambiente de forma natural, la población general siempre va a estar expuesta a bajos niveles de níquel a través del aire, agua y alimentos, siendo la primera vía la que representa la menor proporción en la ingesta total. Además, también existe exposición general a níquel a través de productos de consumo que lo contienen, como acero, monedas o joyas (Barceloux, 1999).

El efecto más común derivado de la exposición no ocupacional es la dermatitis de contacto que aparece como reacción alérgica en algunas personas hipersensibles al

níquel a través del contacto de la piel con botones, joyas o relojes, especialmente en el caso de las mujeres (ATSDR, 1993).

Los efectos directos de la exposición ocupacional crónica por inhalación incluyen asma, rinitis, sinusitis, poliposis nasal y perforaciones del tabique nasal. Otros efectos, como los renales, están bastante menos demostrados, aunque algunos estudios asocian la exposición a altas concentraciones de níquel con disfunciones renales. Tampoco se ha asociado la exposición ambiental u ocupacional a níquel con alteraciones reproductivas o del desarrollo (Barceloux, 1999).

Tanto el níquel como sus compuestos son cancerígenos clasificados por la IARC en el grupo 1. Sin embargo, permanece poco clara la identidad del compuesto o compuestos de níquel que incrementan el riesgo de cáncer, pues a menudo se presentan junto a otros agentes cancerígenos, como arsénico o asbestos (ATSDR, 1993). Existe una ligera evidencia de que la exposición ocupacional a sales solubles a concentraciones entre 0,5 y 2,0 mg/m<sup>3</sup> incrementan el riesgo de cáncer nasal y de pulmón, así como también existe cierta evidencia epidemiológica de que la exposición a níquel elemental y otras formas aparte de las sales solubles incrementan el riesgo de otros cánceres del tracto respiratorio, como el de laringe (Barceloux, 1999).

#### *Control biológico de la exposición*

El control biológico de la exposición a níquel puede utilizar teóricamente los siguientes fluidos biológicos: sangre completa, plasma/suero, orina, pelo, heces, biopsias sinonasales y varios materiales de autopsia. Sin embargo, en salud laboral las muestras de plasma/suero y orina son las más útiles (Barceloux, 1999).

La excreción de níquel se produce principalmente a través de la orina. Los valores de referencia para concentraciones de níquel en muestras de adultos sanos no expuestos son de 0,5 - 6,1 µg/L o bien 0,1 - 6,0 µg/g creatinina (Grandjean et al., 1988).

La mayoría de los estudios realizados evalúan la exposición ocupacional, mientras que existe poca información sobre las concentraciones de níquel en poblaciones expuestas ambientalmente. Uno de los pocos estudios realizados en población general halló un rango de referencia de 0,20 – 1,23 µg/g creatinina en 131 jóvenes italianos (Alimonti et al., 2000).

## **2. ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A METALES PESADOS DE LA POBLACIÓN DEL CAMPO DE GIBRALTAR**

### **2.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de exposición a los metales cromo, cadmio, y níquel, de la población del Campo de Gibraltar; los factores asociados a dicha exposición; y su comparación con los niveles de exposición de los habitantes de las capitales de provincia de Andalucía, utilizando la concentración de cada metal en orina como indicador biológico de exposición.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Conocer las concentraciones urinarias de cadmio, cromo y níquel de los habitantes del Campo de Gibraltar.
- Comparar los niveles de exposición de los habitantes del Campo de Gibraltar con los niveles de exposición de los residentes de las capitales de provincia andaluzas.
- Identificar los factores individuales asociados a los niveles biológicos de los metales considerados.
- Valorar el riesgo para la salud de la exposición a cadmio, cromo, y níquel.

### **2.3. Metodología**

#### **2.3.1. Diseño**

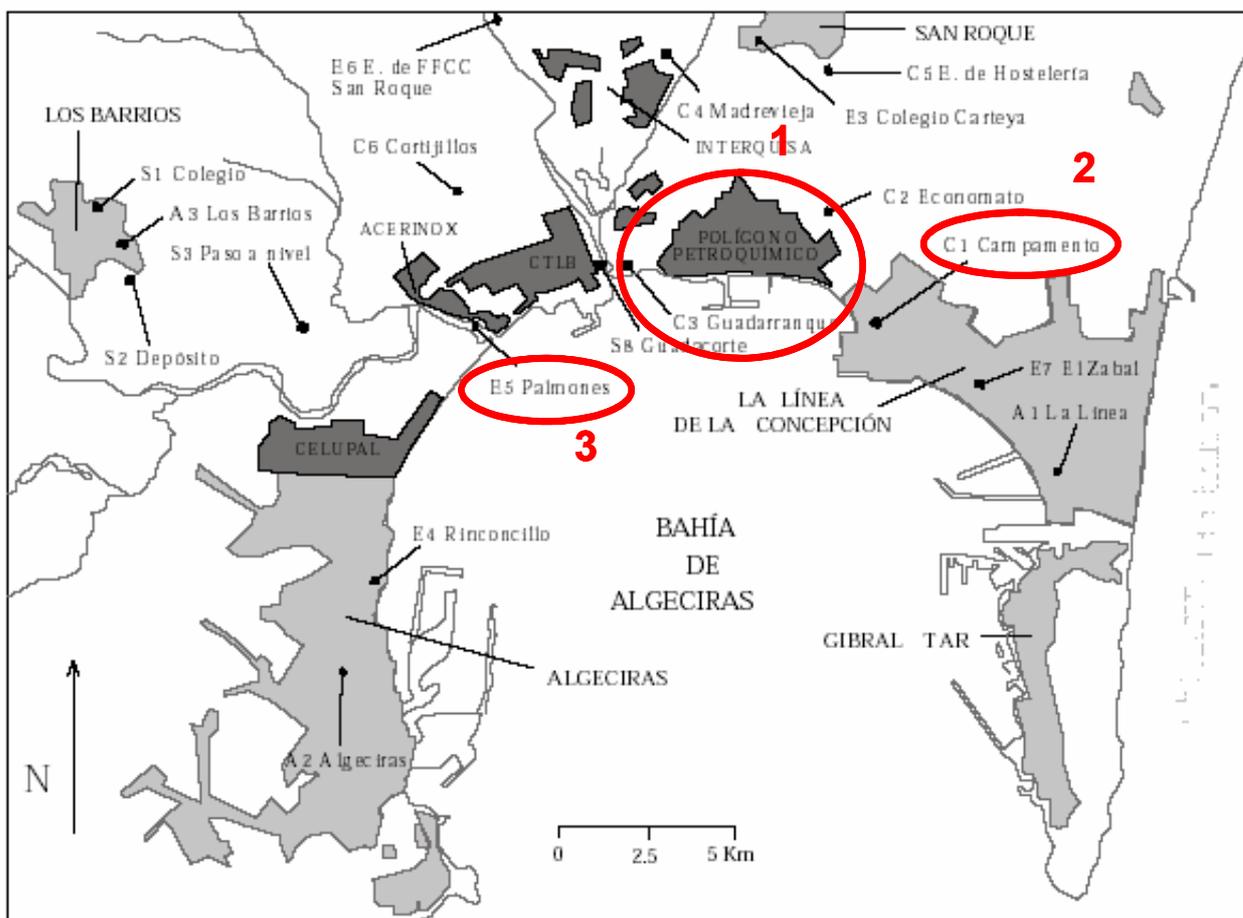
Estudio analítico transversal, donde se comparan los niveles en muestras de orina de los metales seleccionados en la población del Campo de Gibraltar con los de una muestra representativa de las capitales de provincia de Andalucía.

#### **2.3.2. Sujetos de estudio**

En este estudio, los sujetos de estudio fueron personas de entre 15 y 69 años, con más de un año de residencia en los municipios del Campo de Gibraltar (Algeciras, Los

Barrios, San Roque, La Línea, Tarifa, Castellar, Jimena) y en las ciudades de Sevilla, Málaga, Granada, Almería, Cádiz, Jaén, Huelva y Córdoba.

Se excluyeron los sujetos con menos de un año de residencia en el municipio correspondiente. El número de sujetos fue de 432 en el Campo de Gibraltar (para asegurar un error muestral máximo de +/- 4.5% para estimaciones globales en la zona, con un nivel de confianza del 95%) y de 1.534 en las capitales andaluzas (para un error muestral máximo de +/- 2.5% en las condiciones anteriores). Dentro del Campo de Gibraltar se prestó especial atención a las siguientes barriadas: Campamento (San Roque), Puente Mayorga (San Roque) y Palmones (Los Barrios). Estas barriadas, debido a su situación con respecto a diversas instalaciones industriales podrían tener un mayor nivel de exposición.



1. Distrito 3, sección 2 del municipio de San Roque (1.816 habitantes) que incluye la Barriada Puente Mayorga o barriada CEPSA y Guadarranque.
2. Distrito 3, sección 1 del mismo municipio correspondiente a Campamento (1.930 habitantes).
3. Distrito 2, sección 1 del municipio de Los Barrios, correspondiente a Palmones (1.990 habitantes).

### **2.3.3. Variables**

a) Variables dependientes:

Las variables dependientes son las concentraciones urinarias de cada uno de los tres metales: cadmio, cromo, y níquel.

b) Variables de exposición:

Son aquellas variables que pueden ayudar a caracterizar la exposición ambiental a los metales. Son por tanto variables relacionadas con la dieta, la residencia y la movilidad diaria en el medio urbano, lugares de compra habitual de alimentos frescos y actividades al aire libre.

c) Variables de control:

Son aquellas variables que representan a otros factores distintos de los ambientales, y que pueden afectar a la magnitud de las variables dependientes. Entre ellas figuran patologías previas, uso de fármacos, consumo de tabaco, consumo de alcohol y ocupación.

### **2.3.4. Selección de sujetos**

La selección de los sujetos se realizó mediante un muestreo de tipo aleatorio simple, con reemplazamiento de distritos censales dentro de cada capital de provincia y de cada municipio. Dentro de cada distrito censal se eligió un punto de partida al azar, realizándose un barrido entre los distintos hogares que formaban parte de ese distrito. Una vez contactado el hogar, la selección del individuo se llevó a cabo atendiendo a las cuotas de sexo y edad diseñadas para cada municipio.

El límite superior de edad se estableció teniendo en cuenta la posible dificultad para obtener muestras de orina o información válida mediante cuestionario en individuos con edades superiores. Debido a los objetivos del estudio, también se excluyeron a aquellas personas que llevaran menos de un año residiendo en su municipio actual.

La selección de los sujetos de las capitales de provincia se hizo de forma similar. Se puede consultar en el Estudio del Diagnóstico de la situación sanitaria del entorno de la Ría de Huelva (CSIC-Consejería de Salud de la Junta de Andalucía, 2004).

### **2.3.5. Presentación del estudio**

A cada sujeto seleccionado se le entregó una carta institucional informativa sobre el objetivo del estudio, la confidencialidad de los datos obtenidos y la posibilidad de recibir los resultados de la analítica de orina (ANEXO I). Con dicha carta se proporcionaron dos números de teléfono para que los participantes pudieran obtener más información, si así lo deseaban.

Ante la posibilidad de que los sujetos elegidos quisieran consultar con su Centro de Salud sobre la conveniencia de participar en el estudio, el estudio fue presentado a los directores de todos los Centros de Salud de los municipios incluidos, para que a su vez informaran al personal facultativo. Dichos profesionales contaron también con un número de teléfono para posibles incidencias.

### **2.3.6. Recogida de Información**

Una vez obtenido el consentimiento informado a participar en el estudio por parte del sujeto seleccionado, éste respondió a un breve cuestionario (ANEXO II), estructurado en distintos bloques: características socio-demográficas, exposición ocupacional, consumo de tabaco y alcohol, consumo de agua, enfermedades y consumo de fármacos.

Posteriormente, el entrevistador le entregó el diario de dieta (ANEXO IV) y un recipiente para la muestra de orina. Al participante se le explicó cómo rellenar el diario de dieta durante los siguientes siete días, y que debería tomar la muestra de orina al octavo día, nada más levantarse y en ayunas.

Por último, se fijó con el sujeto la fecha de la segunda visita para recoger el diario y la muestra de orina. Para evitar olvidos por parte del participante, se le recordó la fecha fijada mediante dos llamadas telefónicas a lo largo de la semana.

El cuestionario, el diario y el recipiente llevaban un mismo código numérico para permitir su identificación posterior.

En la fecha fijada, el mismo entrevistador recogió en el domicilio del sujeto el diario de dieta y la muestra de orina. En ese momento se comprobó si el diario se había

rellenado correctamente y, en caso contrario, se completó toda la información que faltara en el mismo.

Además, el sujeto respondió a las últimas preguntas del cuestionario, destinadas a conocer exposiciones concretas durante la semana previa a la entrega de la muestra de orina (ANEXO II).

### **2.3.7. Centros de Salud colaboradores**

Para la correcta ejecución del estudio fue necesaria la colaboración de al menos un Centro de Salud por cada municipio, que permitiera ubicar en él un congelador para almacenar temporalmente las muestras de orina hasta su envío al laboratorio.

Para ello, se contactó en primer lugar con la dirección del Distrito Sanitario que cubre los municipios incluidos en el estudio, quien eligió a una persona de contacto en el Centro de Salud más adecuado a las necesidades del estudio de cada municipio (según localización, horario de apertura, disponibilidad de espacio, etc.).

Una vez asignados los Centros de Salud y una persona de contacto en cada uno de ellos, se enviaron los congeladores y se visitaron todos los Centros para comprobar la ubicación del congelador e informar al personal sobre el estudio, particularmente en Atención al Usuario.

### **2.3.8. Recepción y almacenamiento de las muestras de orina.**

Las muestras fueron transportadas por los entrevistadores en neveras de mano a los congeladores situados en los Centros de Salud colaboradores, donde se almacenaron temporalmente. Junto a cada congelador se situó un libro de registro, en donde cada entrevistador anotó el número de muestras que iba a almacenar en ese momento y los códigos de las mismas.

Una vez finalizado el correspondiente periodo de muestreo, todas las muestras almacenadas fueron transportadas congeladas al laboratorio designado para su análisis, el Departamento de Medicina Legal y Toxicología de la Universidad de Granada.

Los cuestionarios y diarios de dieta fueron enviados a la EASP, una vez finalizado el periodo de muestreo.

### **2.3.9. Entrada de datos**

La información del cuestionario y de los diarios se introdujo en una base de datos, al igual que los resultados de la analítica de orina una vez recibidos.

### 3. METODOLOGÍA ANALÍTICA

A cada sujeto se le tomó una muestra de orina, por el método convencional, y se procedió a su análisis para la obtención de los niveles de cadmio, níquel y cromo.

Cuando se quieren comparar las concentraciones urinarias de metales u otros elementos entre individuos o grupos de población, como es el caso de este estudio, este bioindicador presenta un inconveniente, y es que las variaciones individuales en la dilución de la orina pueden ser muy grandes. Ello significa que las diferencias individuales en el consumo de líquidos (especialmente alcohol) influyen en los resultados analíticos y actuarían como un factor confusor de los mismos.

Para controlar las variaciones en la dilución, los dos métodos más utilizados son el ajuste por creatinina y el ajuste por peso específico, ya que se considera que tanto la creatinina como el peso específico de la orina presentan valores relativamente constantes entre los individuos de una población. El primero de ellos, que es el que se ha utilizado en el estudio, consiste en analizar la concentración urinaria de creatinina para cada individuo, de manera que los niveles de metales medidos se expresan en función de la concentración de creatinina medida ( $\mu\text{g}$  de metal/g de creatinina). A pesar de que esta concentración en realidad tampoco es constante, sino que varía un poco en función de una serie de factores (principalmente el sexo), el método de ajuste por creatinina consigue controlar en gran parte las diferencias individuales en la dilución de la orina.

La puesta a punto de la metodología analítica ha considerado los siguientes pasos:

- a) Establecimiento de métodos validados de análisis para la determinación de Cd, Ni y Cr en orina empleando técnicas de Espectrofotometría de Absorción Atómica con cámara de grafito, a fin de analizar las muestras del estudio.
- b) Redacción de los Procedimientos Normalizados de Trabajo para el análisis de los metales seleccionados.

Es de significar que los protocolos redactados son el resultado de una adecuación y mejora de los métodos analíticos actualmente existentes, con el consecuente trabajo

experimental, reflejado en la expresión de los parámetros analíticos de los diferentes métodos utilizados en orden a la validación de los mismos en el laboratorio.

### **3.1. Muestras**

#### **3.1.1. Composición de la orina**

Es un fluido biológico ligeramente ácido (pH aproximadamente 6) aunque puede variar entre 4,5 y 8 dependiendo del nivel ácido/base del sistema corporal. Está compuesta de un 95% de agua y el resto de solutos, su densidad es mayor que 1 oscilando entre 1,001 (orina diluida) y 1,035 (orina concentrada). Normalmente, los solutos presentes en la orina, en orden decreciente de concentración son: urea, sodio, potasio, iones fosfato, sulfato y cloruro, creatinina, ácido úrico y pequeñas cantidades variables de calcio, magnesio e iones bicarbonato. No obstante, la composición de la orina varía con el individuo e incluso día a día.

#### **3.1.2. Recogida de muestras**

Para la recogida y manipulación de muestras se utilizaron guantes protectores. Para evitar errores por la contaminación externa se utilizaron guantes sin talco y recipientes de polietileno transparentes certificados para recogida de muestras para análisis de elementos traza que garantizan que están libres de contaminación.

#### **3.1.3. Preparación de la muestra**

Todo el material de laboratorio utilizado, tanto de vidrio como de plástico se lavó con detergente, luego se sumergió en HNO<sub>3</sub> y se enjuagó abundantemente con agua y finalmente con agua Milli-Q.

Las muestras de orina se descongelaron, homogeneizaron y filtraron antes de ser analizadas. En el análisis previo las muestras se acidificaron con HNO<sub>3</sub> hasta una concentración final del 4% para reducir su viscosidad y concentración en sales. Además se prepararon blancos en las mismas condiciones que las muestras.

### **3.2. Fundamento del método de análisis**

Basándonos en los rangos en que se encuentran los valores de referencias para estos elementos traza (Tablas 1 y 2), una de las técnicas analíticas más adecuada, de acuerdo al límite de detección (Tabla 3), es la espectrometría de absorción atómica

con atomización electrotrémica (ETAAS) aunque presenta el inconveniente de ser muy susceptible a las interferencias por parte de la matriz de la muestra.

**Tabla 1. Valores de referencia para los elementos traza en muestras de orina procedente de adultos**

Elemento	Cd	Cr	Ni
$\mu\text{g}/\text{día}^{\text{a}}$	1-5	0.2-20	2-8
$\mu/\text{día}^{\text{b}}$	0-2	0-5	0-6

<sup>a</sup> World Health Organization

<sup>b</sup> Varias referencias

**Tabla 2. Valores de referencia de Cd, Cr y Ni ajustados por concentración de creatinina en personal no expuesto y expuesto.**

Elemento	Cd		Cr		Ni	
	$\text{mmol g}^{-1}$ creat	$\mu\text{g g}^{-1}$ creat	$\text{mmol g}^{-1}$ creat	$\mu\text{g g}^{-1}$ creat	$\text{mmol g}^{-1}$ creat	$\mu\text{g g}^{-1}$ creat
Personal no expuesto	17,79	2	67,20	3,50	85,00	6,00
Personal expuesto	44,48 <sup>(1)</sup>	5,00 <sup>(1)</sup>	192,00 <sup>(1)</sup> 576,00 <sup>(2)</sup>	10,00 <sup>(1)</sup> 30,00 <sup>(2)</sup>	510,00 <sup>(3)</sup>	30,00 <sup>(3)</sup>

(1) B.E.I. índice biológico de exposición, incremento en la jornada laboral

(2) B.E.I. índice biológico de exposición, al final de la jornada laboral del último día de la semana

(3) B.T.L. valores límite biológicos

**Tabla 3. Longitud de onda y límites de detección en  $\mu\text{g}/\text{L}$  para espectrometría de absorción atómica.**

Elemento	Cd	Cr	Ni
$\lambda$ (nm)	228,8	357,9	232,0
ETAAS	0,03	0,197	0,5

La ETAAS es una técnica analítica en la que la muestra es sometida a un proceso de secado y de calcinación previos al de atomización dentro de un tubo de grafito. En la técnica de cámara de grafito que se empleó en la determinación de cadmio, níquel y cromo, la atomización de la muestra se realizó en un tubo cilíndrico de grafito abierto por ambos extremos y con un orificio central para la introducción de la muestra.

Normalmente, la determinación se realiza por calentamiento progresivo de la muestra en tres o más etapas. El vapor atómico elemental resultante absorbe radiación a la longitud de onda característica de cada elemento, la señal del detector aumenta hasta

un máximo después de unos pocos segundos de la ignición y decae rápidamente a cero cuando los productos de la atomización se expulsan fuera del tubo de grafito. El análisis cuantitativo se basó en medidas de altura o área de pico.

Las condiciones de operación (temperatura y tiempo) de cada una de ellas se optimizaron para cada analito.

Para conseguir una buena reproducibilidad en la dilución de las muestras se añadió a las soluciones una cantidad adecuada de Triton X-100 para alcanzar una concentración final de 0,1% (v/v), tomando también en consideración la lectura de fondo ocasionada por dicho reactivo.

El Cd se determinó por espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito en las siguientes condiciones: Longitud de onda: 228,8 nm; temperatura mineralización: 600-700°C; temperatura atomización: 1600°C; modificadores de matriz: mezcla de  $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ .

El Ni se determinó por espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito en las siguientes condiciones: Longitud de onda: 232,0 nm; temperatura mineralización: 1200 °C; temperatura atomización: 2200 °C; modificador de matriz:  $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ .

El Cr se determinó por espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito en las siguientes condiciones: Longitud de onda: 357,9 nm; Temperatura mineralización: 1500 °C; Temperatura atomización: 2400 °C; Modificadores de matriz: mezcla de  $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ .

### **3.3. Calibración**

Se realizó para cada tanda de análisis y se estableció la relación existente entre los valores de respuesta del equipo y los valores conocidos de una magnitud, en este caso la concentración de analito. Se preparó una curva de calibrado en solución acuosa de  $\text{HNO}_3$  al 4% y otra mediante la técnica del método de adición en la que se adicionaron diferentes cantidades de analito a cuatro alícuotas de la misma muestra. Se compararon las pendientes de ambas curvas para detectar si existía interferencia de matriz. Este proceso se repitió para varias muestras. La curva de calibrado se preparó en solución de  $\text{HNO}_3$ . A continuación se determinó el rango de linealidad para cada elemento, utilizando al menos 5 niveles de concentración.

### 3.4. Validación del método analítico

Los parámetros de validación se utilizaron de acuerdo con la Guía de BPL (Buenas Prácticas de Laboratorio):

#### 3.4.1. Especificidad y selectividad

Se define como la capacidad del método para dar resultados correctos para la determinación de un elemento cuando se realiza ésta sobre una muestra compleja, sin que haya interferencia por otros compuestos.

#### 3.4.2. Exactitud. Comparabilidad de las medidas

Determina el grado de concordancia entre el resultado del método y el valor aceptado como verdadero. Se determina comparando los valores certificados correspondientes a un material de referencia con los encontrados tras la aplicación del procedimiento de ensayo al mismo.

El número de medidas fue 10 y a partir de ellas se calculó la media experimental, afectada por la incertidumbre del método. Los valores obtenidos de esta forma deben ser comparables a los correspondientes al material de referencia según su certificado, de tal forma que la  $X$  patrón quede incluida dentro del intervalo de confianza.

Repetibilidad:

$$u_{\text{rep}}^2 = \frac{(S_y \cdot xW)^2}{n}$$

Precisión intermedia

$$u_{\text{pi}}^2 = \frac{(S_x \cdot xW)^2}{n}$$

donde  $W=1$  para  $n=10$ .

### 3.4.3. Precisión

Se define como el grado de concordancia entre los resultados obtenidos al aplicar el procedimiento repetidas veces bajo las mismas condiciones (repetibilidad o precisión intermedia) y bajo condiciones diferentes (reproducibilidad).

La **precisión mínima** se determina tomando 10 lecturas de 10 disoluciones con concentraciones del analito en la zona media de la recta de calibrado. La precisión se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{S_A \times 100}{\overline{X}_A}$$

siendo  $S_A$ , la desviación estándar para la concentración en la zona media de la recta de calibrado y  $\overline{X}_A$  la concentración media obtenida de las diez réplicas de las disoluciones.

### 3.4.4. Límite de detección

El límite de detección establece la concentración de analito en la muestra que puede ser detectada aunque no necesariamente cuantificada como un valor exacto. Se define como la concentración de elemento que produce una relación señal/ruido de 3. Este límite de detección se establece midiendo la señal del blanco y una disolución patrón del analito que dé una señal triple que la del blanco.

El límite de detección se estableció midiendo 10 réplicas de dos disoluciones (disolución 1 y 2) que contenían 5 y 10 veces respectivamente, la concentración que dé una señal/ruido de 3. El límite de detección se calculó a partir de las siguientes ecuaciones:

$$L_{D1} = \frac{C_1 \times 2 S_{D1}}{\overline{X}_1} \qquad L_2 = \frac{C_2 \times 2 S_{D2}}{\overline{X}_2}$$

Siendo:

- $C_1$  y  $C_2$ , concentraciones de las disoluciones 1 y 2, respectivamente.
- $S_{D1}$  y  $S_{D2}$ , desviaciones estándares de las 10 réplicas de las disoluciones 1 y 2, respectivamente.
- $\overline{X}_1$ , concentración media obtenida de las diez réplicas de la disolución 1.

-  $\overline{X}_2$ , concentración media obtenida de las diez réplicas de la disolución 2.

Siendo el límite de detección:

$$L_D = \frac{L_{D1} + L_{D2}}{2}$$

#### 3.4.5. Límite de cuantificación

Se define como el valor de la concentración mínima de analito en la muestra que puede ser cuantificada con un nivel de precisión y exactitud definida. Se obtiene multiplicando el límite de detección obtenido experimentalmente en el apartado a) por tres.

#### 3.4.6. Intervalo de linealidad

Determina el rango en el que el ensayo proporciona resultados directamente proporcionales a la cantidad de analito en la muestra. La linealidad se estudia sobre disoluciones del analito, preparadas según el procedimiento de ensayo, conteniendo concentraciones crecientes del mismo y estimando como rango lineal aquel en el que se cumple un coeficiente de regresión de al menos 0,99. El primer punto coincide o se sitúa por encima, según el caso, del límite de cuantificación del elemento.

#### 3.4.7. Intervalo de trabajo

Se define como el intervalo entre la concentración en el que el procedimiento produce resultados con la precisión, exactitud y linealidad adecuadas. Como mínimo hay que validar el método en tres niveles de analito: alto, medio y bajo.

#### 3.4.8. Incertidumbre

Representa la estimación del intervalo de valores en el que se sitúa, con una alta probabilidad dada, el valor verdadero. Dependiendo del alcance del método desarrollado se estudiaron todos o algunos de los parámetros anteriores. Si el objetivo es determinar cuantitativamente un componente con una incertidumbre hay que determinar todos los parámetros. En cambio, si solamente es una determinación cualitativa, es decir, cuanto hay de un componente, solo son necesarios la especificidad/ selectividad y el límite de detección. Para la obtención de los valores de

éstos parámetros se utilizan las herramientas quimiométricas descritas ampliamente en los manuales de calidad.

### **3.5. Reactivos**

Durante los ensayos se usaron reactivos de grado analítico (P.A.). A no ser que se indique de otra forma, el agua fue entendida como un reactivo conforme a la especificación ASTM D 1193-77 para tipo II.

- Ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, (65%) grado Suprapur.
- Modificador de matriz (Cd y Cr): mezcla de Mg (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (p/v) y Pd (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> : se agregaron 0.5 mL de una solución de Pd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> al 15% (v/v) y se diluyeron 0,01 g de Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> con agua Milli-Q hasta un volumen final de 10 mL.
- Solución de (NH<sub>4</sub>)H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (Ni): se diluyeron 0.1 g de (NH<sub>4</sub>)H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> con agua Milli-Q hasta un volumen final de 10 mL.
- Disoluciones estándar de Cd, Ni y Cr de 1000 mg/L (conservadas en oscuridad a temperatura ambiente hasta la fecha de caducidad declarada por el fabricante).
- Disoluciones intermedias estándar de Cd, Ni y Cr. A partir de estas se prepararán disoluciones estándar de trabajo. Se chequea periódicamente la estabilidad de estas disoluciones.
- Argón de calidad N-50.

### **3.6. Materiales y equipos**

- Espectrofotómetros de absorción atómica Perkin-Elmer, modelo Analyst 800 con corrector Zeeman.
- Lámparas de descarga sin electrodos (EDL) para Cd y de cátodo hueco (HCL) para Ni y Cr, todas ellas Perkin Elmer.
- Matraces aforados y pipetas graduadas de clase A de acuerdo con las normas ISO aplicables.

### **3.7. Procedimiento para la determinación de cromo en orina por ETAAS**

#### **3.7.1 Limpieza de material**

Todo el material de vidrio utilizado en el análisis, después de lavarlo con detergente, se mantuvo sumergido varios minutos en ácido nítrico al 50 % (v/v) y posteriormente se enjuagó con agua desionizada. También se empleó material desechable de

polietileno previamente analizado para el elemento objeto del estudio, comprobando la ausencia de dicho metal.

### **3.7.2. Preparación de la muestra**

Se requiere la adición de un modificador que fije el analito y permita eliminar la matriz antes de su atomización. En nuestro caso como modificador de matriz de trabajo se utilizaron las soluciones anteriormente descritas en reactivos.

La orina previamente se homogeneizó, se centrifugó para eliminar los residuos sólidos. De este preparado se tomaron 0,200 mL y 0,600 mL del agua Milli-Q (dilución 1:4). En aquellos casos en que el valor fue muy bajo se introdujeron con una dilución inferior (1:3 ó 1:2) e incluso sin diluir.

### **3.7.3. Preparación de los patrones y curva de calibrado**

Los patrones empleados se prepararon diariamente en HNO<sub>3</sub> al 1,0% (v/v) a partir de una solución patrón de cromo 1,000 ± 0,002 g L<sup>-1</sup> AA (concentración 1,001 g L<sup>-1</sup>, incertidumbre ±0,015). La concentración del elemento se determinó por medición comparativa con un patrón de cromo, trazable a su vez con el patrón del NIST, SRM 3112a.

### **3.7.4. Cálculo y expresión del resultado de ensayo**

El resultado se obtuvo por interpolación en la recta de calibrado y se expresó en µg/L (orina de 24 h) o µg/g creatinina. El resultado del análisis se expresó asociando la incertidumbre del procedimiento a la concentración encontrada.

### **3.7.5. Validación del método analítico**

Límite de detección: 3.790 nmol L<sup>-1</sup> (0,197 µg L<sup>-1</sup>)

Límite de cuantificación: 11.371 nmol L<sup>-1</sup>(0.591µg L<sup>-1</sup>)

Intervalo de medida: 3.85-480,00 nmol L<sup>-1</sup> (0,20-25,00µg L<sup>-1</sup>)

Precisión: 4.53 %

Exactitud: < 2,262 (t<sub>exp</sub> < t<sub>tab</sub>(α,n-1))

### **3.8. Procedimiento para la determinación de níquel en orina por ETAAS**

#### **3.8.1. Limpieza de material**

Todo el material de vidrio utilizado en el análisis, después de lavarlo con detergente, se mantuvo sumergido varios minutos en ácido nítrico al 50 % (v/v) y posteriormente se enjuagó con agua desionizada. También se empleó material desechable de polietileno previamente analizado para el elemento objeto del estudio, comprobando la ausencia de dicho metal.

#### **3.8.2. Preparación de la muestra**

Se requiere la adición de un modificador que fije el analito y permita eliminar la matriz antes de su atomización. En nuestro caso el modificador de matriz que se utilizó es el descrito en reactivos.

La orina previamente se homogeneizó y se centrifugó para eliminar los residuos sólidos. Del sobrenadante se tomaron 0,200 mL y 0,600 mL del agua Milli-Q (dilución 1:4). En aquellos casos en que el valor fue muy bajo se introdujeron con una dilución inferior (1:3 ó 1:2) e incluso sin diluir.

#### **3.8.3. Preparación de los patrones y curva de calibrado**

Los patrones empleados se prepararon diariamente en HNO<sub>3</sub> al 1,0% (v/v) a partir de una solución patrón de níquel 1,000 ±0,002 g L<sup>-1</sup> AA (concentración 1,001 g L<sup>-1</sup>, incertidumbre ±0,015, método de determinación: complexométrico). La concentración del elemento se determinó por medición comparativa con un patrón de níquel, trazable a su vez con el patrón del NIST, SRM 3136.

#### **3.8.4. Cálculo y expresión del resultado de ensayo**

El resultado se obtuvo por interpolación en la recta de calibrado y se expresa en µg/L (orina de 24 h) o µg/g creatinina. El resultado del análisis se expresó asociando la incertidumbre del procedimiento a la concentración encontrada.

**3.8.5. Validación del método analítico**

Límite de detección: 9.62 nmol L<sup>-1</sup> (0,5 µg L<sup>-1</sup>)

Límite de cuantificación: 28.86 nmol L<sup>-1</sup> (1.5 µg L<sup>-1</sup>)

Intervalo de medida: 9.62 – 673.40 nmol L<sup>-1</sup> (0.5 – 35,00 µg L<sup>-1</sup>)

Precisión: 5.76 %

Exactitud: < 2,262 ( $t_{exp} < t_{tab}(\alpha, n-1)$ )

**3.9. Procedimiento para la determinación de cadmio en orina por ETAAS****3.9.1. Limpieza de material**

Todo el material de vidrio utilizado en el análisis, después de lavarlo con detergente, se mantuvo sumergido varios minutos en ácido nítrico al 50 % (v/v) y posteriormente se enjuagó con agua desionizada. También se empleó material desechable de polietileno previamente analizado para el elemento objeto del estudio, comprobando la ausencia de dicho metal.

**3.9.2. Preparación de la muestra**

Se requiere la adición de un modificador que fije el analito y permita eliminar la matriz antes de su atomización. En nuestro caso el modificador de matriz que se utilizó es el compuesto por Mg (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0.03% y Pd (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 3.3%. Se adicionaron 600 µL de modificador de matriz a 100 µL de muestra de tal forma que se obtenga una dilución final 1/7.

**3.9.3. Preparación de los patrones y curva de calibrado**

Se prepararon a partir de la solución de 0.01 µg/mL según el siguiente esquema:

Concentración (µg /L)	mL de 0,01 µg/mL	mL HNO <sub>3</sub> 0,2%
1	0	1
3	0,05	1
5	0,15	1

#### **3.9.4. Cálculo y expresión del resultado de ensayo**

El resultado se obtuvo por interpolación en la recta de calibrado y se expresó en  $\mu\text{g/L}$  (orina de 24 h) o  $\mu\text{g/g}$  de creatinina. El resultado del análisis se expresó asociando la incertidumbre del procedimiento a la concentración encontrada.

#### **3.9.5. Validación del método analítico**

Límite de detección:  $0.03 \mu\text{g L}^{-1}$

Límite de cuantificación:  $0,09 \mu\text{g L}^{-1}$

Intervalo de linealidad:  $0,03 - 7 \mu\text{g L}^{-1}$

Precisión: 4,32%

Exactitud:  $2,19 < 2,262$  ( $t_{\text{exp}} < t_{\text{tab}}(\alpha, n-1)$ )

Valor de Cd certificado en CRM=  $6,2 \pm 1,77 \mu\text{g/g}$

## 4. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

La metodología estadística ha considerado dos pasos:

- Elaboración de un **análisis descriptivo** de las concentraciones de cada metal para las Barriadas del Campo de Gibraltar, Resto del Campo de Gibraltar y las Capitales andaluzas.
- Realización de un **análisis multivariante** con las variables que, según la bibliografía y el análisis descriptivo previo, pudieran determinar la concentración urinaria de los tres metales estudiados.

### 4.1. Análisis descriptivo y contrastes sobre medias

En primer lugar, se ha realizado un análisis descriptivo para caracterizar a la población de estudio. Posteriormente, se realizó un análisis bivalente, en el que se elaboró un resumen numérico (media aritmética, desviación típica, media geométrica y percentil 95) de cada metal, agrupado por las categorías correspondientes a cada variable independiente.

En este segundo análisis se realizaron además tests de comparación de medias (t de student o análisis de la varianza –ANOVA-), con el objeto de identificar aquellas variables independientes que presentaran una relación estadísticamente significativa con la concentración urinaria de cada metal.

Las variables independientes incluidas en el análisis descriptivo para cada metal han sido todas las del cuestionario y diario de dieta. Por tratarse de un gran número de variables, en el apartado de resultados solamente se han comentado las más importantes desde el punto de vista estadístico y de la literatura científica.

### 4.2. Análisis multivariante

El principal objetivo del análisis multivariante es investigar qué variables contempladas en el estudio determinan la variabilidad de la concentración urinaria de cada metal entre los individuos de la muestra. Para ello se ha elaborado un modelo de regresión lineal múltiple para cada metal que explique lo mejor posible esas diferencias interindividuales.

Sin embargo, no hay que olvidar que la población estudiada es población general, lo que significa que la exposición más importante a metales pesados para el total de la población es la exposición ambiental. Debido a ello, la mayoría de las concentraciones urinarias de cadmio, cromo y níquel se encuentran dentro de los rangos normales para población general. Con una población de estas características de exposición, es importante investigar aquellos casos que presentan niveles más altos que el resto de la muestra. Por ello, además del modelo de regresión lineal múltiple, se ha elaborado para cada metal un modelo de regresión logística, tomando como variable dependiente (dicotómica) el presentar o no una concentración del metal en orina igual o superior a la del percentil 95.

El criterio de introducción de variables predictoras en los modelos de regresión múltiple fue triple:

- En primer lugar, se seleccionaron aquellas variables que en el análisis bivariante mostraron una relación estadísticamente significativa con la variable dependiente.
- En segundo lugar, se introdujeron aquellas variables para las que, según la bibliografía, existe evidencia en mayor o menor grado de su relación con la concentración en orina de cada metal, independientemente de que mostraran o no relación significativa en el análisis bivariante anterior.
- Por último, se introdujeron variables que, a pesar de no haber mostrado asociación significativa con la concentración del metal ni existir evidencia científica al respecto, son variables que a menudo juegan un papel de confusión o interacción con otras.

El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS 14.0 para Windows.

#### **4.2.1. Regresión lineal múltiple**

El modelo de regresión lineal múltiple permite estudiar la relación entre una variable resultado continua y un conjunto de variables predictoras, pudiendo ser éstas continuas o categóricas.

La ecuación del modelo es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

La variable dependiente (Y) se interpreta como una combinación lineal de un conjunto de N variables independientes ( $X_n$ ), cada una de las cuales va acompañada de un coeficiente ( $\beta_n$ ) que indica el peso relativo de esa variable en la ecuación. El modelo incluye además una constante ( $\beta_0$ ) y un componente aleatorio (los residuos:  $\varepsilon$ ) que recoge todo lo que las variables predictoras no explican.

El modelo de regresión lineal se basa en una serie de supuestos, entre ellos el de normalidad. Por este motivo, para elaborar estos modelos se utilizaron los datos transformados logarítmicamente ya que, como se ha indicado en la metodología analítica, la distribución de los valores logarítmicos es más parecida a una distribución normal que la de los valores en  $\mu\text{g/g}$  creatinina.

La regresión lineal se realizó introduciendo todas las variables seleccionadas en el modelo y aplicando el método de regresión por pasos sucesivos. Este método selecciona en el primer paso la variable independiente que, además de superar los criterios estadísticos de entrada, más alto correlaciona con la variable dependiente. A continuación, selecciona la variable independiente que, además de superar los criterios de entrada, posee el coeficiente de correlación parcial más alto. Cada vez que se incorpora una nueva variable al modelo, las variables previamente seleccionadas son evaluadas nuevamente para determinar si siguen cumpliendo o no los criterios de salida. Si alguna de ellas cumple con tales criterios, es expulsada del modelo. El proceso se detiene cuando no quedan variables que superen los criterios de entrada y las variables seleccionadas no cumplen los criterios de salida.

#### **4.2.2. Regresión logística**

El percentil 95 de la concentración urinaria de cada metal refleja la asimetría de la distribución y muestra los casos con exposición elevada. El objetivo del análisis de regresión logística es identificar las características que diferencian a los individuos con concentraciones iguales o superiores al percentil 95 del resto de la muestra.

Para llevar a cabo el análisis, la variable cuantitativa que expresa la concentración urinaria del metal se transforma en una variable categórica que define dos grupos: individuos con concentración igual o superior al percentil 95 e individuos con

concentración inferior. Posteriormente se introducen en el modelo las variables predictoras para averiguar en qué se diferencian los dos grupos.

El modelo de regresión logística multivariante es:

$$\log \left( \frac{p}{1-p} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

donde  $p$  es la probabilidad de tener una concentración urinaria del metal superior al percentil 95,  $X_1, \dots, X_n$  son las variables predictoras y  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$  son los coeficientes del modelo.

La transformación del modelo mediante la función exponencial permite calcular la Odds Ratio (OR) entre dos individuos con características cualesquiera, sustituyendo los valores correspondientes de las variables. La interpretación de los coeficientes del modelo en términos de OR necesita que el resto de los valores de las variables predictoras sean iguales, de manera que los resultados siempre tendrán que comentarse a igualdad de o controlando por el resto de variables (Ocaña, 2002).

La regresión logística se realizó introduciendo todas las variables seleccionadas en el modelo y aplicando el método de regresión por pasos hacia adelante. Este método parte del modelo nulo (modelo que no incluye ninguna variable independiente) y va incorporando aquellas variables cuyo estadístico de puntuación, siendo significativo, posee la probabilidad asociada más pequeña. Tras incorporar al modelo una nueva variable, todas las variables incluidas hasta ese momento son revisadas para determinar si, como consecuencia de la nueva incorporación, el estadístico de puntuación de alguna variable ha dejado de ser significativo y dicha variable deba ser excluida. El proceso se detiene cuando entre las variables no incluidas en el modelo no queda ninguna cuyo estadístico de puntuación sea significativo.

## 5. RESULTADOS DEL ESTUDIO

### 5.1. Caracterización de la población de estudio

La tabla 1 muestra las características principales de la muestra analizada en el presente estudio. Respecto a la distribución de las variables incluidas en la tabla, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las grandes zonas estudiadas: Barriadas, Resto del Campo de Gibraltar y Capitales Andaluzas

**Tabla 1. Características principales de la muestra estudiada**

	Campamento	Pte. Mayorga	Palmones	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
N	26	26	18	362	1534	1966
Edad	38.31	38.31	35.89	38.7	38.18	38.26
Sexo						
Hombre(%)	50	50	55.6	49.4	48.3	48.6
Mujer (%)	50	50	44.4	50.6	51.7	51.4
Tiempo de Residencia en el lugar						
<10 años (%)	7.7	11.5	5.6	11	11.9	11.6
>10 años (%)	92.3	88.5	94.4	89	88.1	88.4
Ocupación con exposición de riesgo						
Sí (%)	19.2	34.6	33.3	19.3	18.9	19.3
No (%)	80.8	65.4	66.7	80.7	81.1	80.7
Expuesto a productos químicos en el trabajo						
Sí (%)	0	26.9	5.6	13.5	13.3	10.9
No (%)	100	73.1	94.4	86.5	89.7	89.1

## 5.2. Consideraciones sobre las concentraciones de metales en orina

Los límites de detección de las concentraciones absolutas de los metales analizados que se utilizaron en este estudio fueron:

• Níquel:	1.0 $\mu\text{g/ L}$
• Cadmio:	0.03 $\mu\text{g/ L}$
• Cromo:	0.5 $\mu\text{g/ L}$

Cuando en una muestra las concentraciones del metal en orina están por debajo del límite de detección, se asignó una concentración del metal equivalente a la mitad del límite de detección, metodología habitualmente utilizada (NCEH 2003). Esta corrección hubo que realizarla en 94 ocasiones (4.8% de los casos) para el cadmio, en 1437 ocasiones (73.1% de los casos) para el cromo y en 1060 ocasiones (54% de los casos) para el níquel. Las muestras que estuvieron por encima del límite de detección se repartieron, según las zonas estudiadas de la siguiente manera (Tabla 2):

**Tabla 2. Valores por encima de los límites de detección.**

		Cadmio	Cromo	Níquel
Barriadas del Campo	n	70	12	14
	%	100.00	17.14	20.00
Resto del Campo de Gibraltar	n	321	73	61
	%	88.67	20.17	16.85
Capitales Andaluzas	n	1481	444	828
	%	96.54	28.94	53.98
Total	n	1872	529	903
	%	95.22	26.91	45.93

### 5.3. Cadmio

#### 5.3.1. Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Cadmio en orina

A continuación se presentan los resultados de las concentraciones de metales según la zona: Barriadas del Campo (incluyendo Campamento, Palmones y Puente Mayorga), Resto del Campo de Gibraltar, y Capitales Andaluzas.

**Tabla 3. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g/g}$  de creatinina) respecto a la zona estudiada**

Cd ( $\mu\text{g/g}$ creatinina)	N	Media Geométrica (MG)			Media Aritmética (MA)			DT	IC 95% MA	P95
		MG	IC 95% MG	MA	IC 95% MA	P95				
Barriadas del Campo de Gibraltar	70	0.95	0.85	1.07	1.06	0.54	0.93	1.19	1.96	
Campamento	26	0.81	0.66	1.01	0.94	0.55	0.72	1.16	2.29	
Puente Mayorga	26	1.18	1.00	1.40	1.29	0.61	1.04	1.53	3.08	
Palmones	18	0.88	0.76	1.02	0.92	0.26	0.79	1.04	1.33	
Resto del Campo de Gibraltar	362	0.42	0.37	0.49	0.78	1.20	0.65	0.90	1.92	
Capitales andaluzas	1534	0.55	0.53	0.58	0.73	0.56	0.70	0.75	1.74	
Total	1966	0.53	0.51	0.56	0.75	0.72	0.72	0.78	1.79	

Las concentraciones de cadmio en las Barriadas, en conjunto y separadamente, son superiores a las del Resto del Campo y a las de las Capitales andaluzas. Estas diferencias son estadísticamente significativas. Examinando la distribución del cadmio en orina en las tres Barriadas se puede observar que es en Puente Mayorga donde estas concentraciones son mayores.

Por otra parte, las concentraciones en el Resto del Campo son significativamente inferiores a las de las Capitales andaluzas.

### 5.3.2. Análisis multivariante: regresión lineal múltiple

El modelo final de regresión fue el que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Modelo de regresión lineal para el logaritmo de la concentración de cadmio**

Modelo	Coeficientes		Sig.
	B	Error t.p.	
(Constante)	-.522	.062	.000
Sexo (mujer/hombre)	.022	.019	.249
Edad (30-59/15-29)	.108	.021	.000
Edad (60-69/15-29)	.042	.034	.214
Zona de residencia (Barriadas Campo/Capitales andaluzas)	.235	.049	.000
Zona de Residencia (Campamento/Capitales Andaluzas)	.178	.079	.024
Zona de Residencia (Puente Mayorga/Capitales Andaluzas)	.305	.079	.000
Zona de Residencia (Palmones/Capitales Andaluzas)	.218	.094	.020
Zona de residencia (Resto Campo/Capitales andaluzas)	-.104	.024	.000
Tiempo de residencia (5-10/1-5)	-.023	.055	.676
Tiempo de residencia (+10/1-5)	.038	.034	.264
Agua (grifo/mineral)	.064	.020	.002
Agua (grifo+mineral/mineral)	.011	.035	.764
Ejercicio físico (Sí/No)	-.018	.021	.373
Desplazamientos a pie (Sí/No)	-.015	.037	.686
Jardinería (Sí/No)	-.007	.033	.821
Bricolaje (Sí/No)	-.055	.033	.096
Artrosis o reumatismo	.110	.036	.002
Hipertensión	.114	.037	.002
Transtornos cardiovasculares	.100	.044	.023
Bronquitis crónica	.126	.059	.032
Fuma (ex-fumador/no fumador)	.083	.026	.002
Fuma (fumador/no fumador)	.118	.021	.000
Pescado fresco	.049	.023	.031

En el modelo de regresión múltiple, residir en las Barriadas implica tener una concentración de cadmio significativamente superior a las Capitales andaluzas, ajustando por otras covariables. Esto ocurre para las tres barriadas, Puente Mayorga, Campamento y Palmones. Respecto al Resto del Campo de Gibraltar, las concentraciones de cadmio son significativamente más bajas que en las Capitales andaluzas.

Para el conjunto de los sujetos estudiados, las concentraciones de cadmio son mayores entre los fumadores con respecto tanto a los no fumadores como a los exfumadores, en los que pertenecen al grupo de edad de 30 a 59 años, y en los que padecen de algunas patologías, artrosis o reumatismo, hipertensión, trastornos cardiovasculares o bronquitis crónica.

### 5.3.3. Análisis multivariante: regresión logística

En este estudio, la magnitud de la OR se interpreta como la probabilidad de tener una concentración de metales igual o superior al percentil 95, entre los que tienen la característica en cuestión en comparación con las que no la tienen.

**Tabla 5. Modelo de regresión logística para la concentración de cadmio**

	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95.0% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
sexo (mujer/hombre)	.244	.303	1.277	.802	2.032
edad (30-59/15-29)	1.198	.001	3.314	1.647	6.667
Edad (60-69/15-29)	1.486	.001	4.420	1.884	10.372
Zona (Barriadas/Capitales)	.707	.139	2.028	.794	5.181
Zona (Resto Campo/Capitales)	.311	.291	1.364	.767	2.428
tiempo de residencia (5-10/1-5)	-.421	.595	.656	.139	3.106
tiempo de residencia (+10/1-5)	.120	.792	1.128	.461	2.759
Agua consumida (grifo/mineral)	.119	.633	1.127	.690	1.839
Agua consumida (grifo+mineral/mineral)	-.243	.615	.784	.304	2.025
Ejercicio físico (Sí/No)	.154	.555	1.167	.699	1.947
Desplazamientos a pie (Sí/No)	-.480	.227	.619	.284	1.347
Jardinería (Sí/No)	-.006	.988	.994	.493	2.007
Bricolaje (Sí/No)	.160	.667	1.174	.565	2.438
exfumador/no fumador	.469	.156	1.598	.837	3.053
fumador/no fumador	.933	.001	2.541	1.496	4.316
Bronquitis crónica (Sí/No)	1.287	.003	3.622	1.539	8.523
Trastornos cardiovasculares (Sí/No)	.726	.053	2.066	.990	4.310
Consumo de marisco congelado (Sí/No)	-1.638	.001	.194	.075	.506
Consumo de legumbres y frutos secos (Sí/No)	.844	.003	2.326	1.321	4.098
Astilleros: Construcción naval (Sí/No)	1.645	.029	5.180	1.178	22.770
Constante	-5.247	.000	.005		

Residir en las Barriadas aumenta ligeramente (OR=2,028) pero no significativamente la probabilidad de tener una concentración de cadmio superior o igual al percentil 95. Por otra parte, no hay diferencias significativas en dicha probabilidad, entre el Resto del Campo y las Capitales andaluzas, ajustando por otros factores.

Los factores que en el modelo de regresión logística incrementan de forma significativa la probabilidad de tener una concentración de cadmio en orina igual o superior al percentil 95 son la edad (con OR's para los dos grupos por encima de 3), ser fumador en la actualidad en comparación a los no fumadores, además del padecimiento de bronquitis crónica. Las personas que han trabajado en astilleros tienen una probabilidad 5,18 veces superior de tener una concentración igual o superior al percentil 95 de cadmio en orina, en comparación a los que nunca han trabajado en astilleros, siendo por su magnitud el principal determinante de concentraciones de cadmio iguales o superiores al percentil 95 en este estudio.

## 5.4. Cromo

### 5.4.1. Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Cromo en orina

Respecto a las concentraciones de cromo en orina, estas se distribuyen según muestra la siguiente tabla.

**Tabla 6. Concentración de cromo ( $\mu\text{g/g}$  de creatinina) respecto a la zona estudiada**

Cr ( $\mu\text{g/g}$ creatinina)	N	Media Geométrica (MG)	IC 95% MG		Media Aritmética (MA)	DT	IC 95% MA		P95
Barriadas del Campo de Gibraltar	70	0.34	0.30	0.40	0.47	0.64	0.32	0.62	1.36
Campamento	26	0.36	0.26	0.49	0.56	0.94	0.18	0.95	3.78
Puente Mayorga	26	0.33	0.26	0.42	0.41	0.43	0.24	0.59	1.81
Palmones	18	0.36	0.27	0.46	0.41	0.25	0.28	0.54	1.11
Resto del Campo de Gibraltar	362	0.35	0.33	0.39	0.65	2.33	0.41	0.89	1.64
Capitales andaluzas	1534	0.41	0.39	0.43	0.82	2.60	0.69	0.95	2.30
Total	1966	0.39	0.38	0.41	0.77	2.51	0.66	0.88	2.18

Las concentraciones de cromo son inferiores en las Barriadas a las del Resto del Campo y de las Capitales andaluzas. Asimismo, en el Resto del Campo son también inferiores a las de las Capitales. Por otra parte, ninguna de estas diferencias son estadísticamente significativas.

### 5.4.2. Análisis multivariante: regresión lineal múltiple

El modelo final de regresión fue el que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Modelo de regresión lineal para el logaritmo de la concentración de cromo**

Modelo	Coeficientes		Sig.
	B	Error típ.	
(Constante)	-.688	.076	.000
Sexo (mujer/hombre)	.128	.018	.000
Edad (30-59/15-29)	.127	.020	.000
Edad (60-69/15-29)	.218	.031	.000
Zona de residencia (Barriadas Campo/Capitales andaluzas)	-.062	.050	.214
Zona de Residencia (Campamento/Capitales Andaluzas)	-.033	.077	.668
Zona de Residencia (Puente Mayorga/Capitales Andaluzas)	-.144	.086	.095
Zona de Residencia (Palmones/Capitales Andaluzas)	-.010	.093	.916
Zona de residencia (Resto Campo/Capitales andaluzas)	-.060	.025	.017
Tiempo de residencia (5-10/1-5)	.148	.053	.005
Tiempo de residencia (+10/1-5)	.046	.033	.162
Agua (grifo/mineral)	.038	.020	.058
Agua (grifo+mineral/mineral)	-.009	.035	.795
Ejercicio físico (Sí/No)	.009	.020	.645
Desplazamientos a pie (Sí/No)	.079	.036	.030
Jardinería (Sí/No)	-.069	.032	.030
Bricolaje (Sí/No)	.026	.032	.406
Transtornos cardiovasculares	.086	.043	.045
Aceites y grasas	-.053	.022	.014
Marisco congelado	-.054	.023	.018
Lácteos	-.108	.049	.029
Astilleros(construcción naval)	.349	.112	.002

Según el modelo multivariante, las concentraciones de cromo en las Barriadas son algo menores a las de las Capitales, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa, ajustando por otras covariables. Asimismo, las concentraciones en el Resto del Campo son significativamente inferiores a las de las Capitales.

Entre los factores asociados significativamente a tener una mayor concentración de cromo en orina para el conjunto de los sujetos son el sexo, las mujeres tienen mayores concentraciones, la edad, llevar un tiempo de residencia de 5 a 10 años en el municipio, o haber trabajado en astilleros. Asimismo, concentraciones inferiores de cromo se asocian a haber consumido aceites y grasas, marisco congelado o lácteos, durante la semana anterior a la toma de muestras.

### 5.4.3. Análisis multivariante: regresión logística

**Tabla 8. Modelo de regresión logística para la concentración de cromo**

	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95.0% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
sexo (mujer/hombre)	.242	.277	1.274	.823	1.971
edad (30-59/15-29)	.972	.001	2.642	1.528	4.568
Edad (60-69/15-29)	1.264	.000	3.539	1.757	7.126
(Barriadas/Capitales)	-.641	.386	.527	.124	2.242
(Resto Campo/Capitales)	-.531	.102	.588	.311	1.111
tiempo de residencia (5-10/1-5)	1.447	.021	4.250	1.240	14.565
tiempo de residencia (+10/1-5)	.503	.321	1.654	.612	4.467
Agua consumida (grifo/mineral)	.144	.562	1.155	.709	1.882
Agua consumida (grifo+mineral/mineral)	.249	.551	1.283	.566	2.909
Ejercicio físico (Sí/No)	.113	.645	1.120	.693	1.810
Desplazamientos a pie (Sí/No)	.444	.370	1.559	.590	4.121
Jardinería (Sí/No)	-1.524	.006	.218	.074	.644
Bricolaje (Sí/No)	.574	.092	1.776	.910	3.465
Consumo de marisco congelado (Sí/No)	-.662	.057	.516	.261	1.019
Aceites y grasas (Sí/No)	-.525	.026	.591	.373	.938
Constante	-4.552	.000	.011		

Ajustando por otros factores, la probabilidad de tener unos niveles de cromo iguales o superiores al percentil 95 es significativamente más alta cuanto mayor es la edad, años de residencia en su municipio. Son inferiores entre los que consumieron aceites y grasas, y entre los que hicieron labores de jardinería en la última semana antes de la recogida de la muestra de orina. Residir en las Barriadas o en el Resto del Campo no son factores determinantes de la probabilidad de tener unas concentraciones de cromo en orina iguales o superiores al percentil 95.

## 5.5. Níquel

### 5.5.1. Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Níquel en orina

En lo referente a las concentraciones de níquel en orina, los valores según la zona estudiada se presentan la siguiente tabla.

**Tabla 9. Concentración de níquel ( $\mu\text{g/g}$  de creatinina) respecto a la zona estudiada**

Ni ( $\mu\text{g/g}$ creatinina)	N	Media Geométrica (MG)	IC 95% MG		Media Aritmética (MA)	DT	IC 95% MA		P95
Barriadas del Campo de Gibraltar	70	0.74	0.63	0.89	1.03	1.06	0.78	1.29	3.64
Campamento	26	0.73	0.55	0.97	0.95	0.81	0.63	1.28	3.06
Puente Mayorga	26	0.82	0.58	1.17	1.26	1.42	0.68	1.83	5.26
Palmones	18	0.67	0.51	0.90	0.83	0.7	0.48	1.17	2.73
Resto del Campo de Gibraltar	362	0.74	0.67	0.81	1.43	3.24	1.10	1.77	5.67
Capitales andaluzas	1531	1.47	1.40	1.56	2.78	4.80	2.54	3.02	8.32
Total	1963	1.26	1.21	1.33	2.47	4.51	2.27	2.67	7.73

En las Barriadas y en el Resto del Campo las concentraciones de níquel son significativamente inferiores a las concentraciones en las Capitales andaluzas. No hay diferencias significativas entre las distintas Barriadas o entre éstas y el Resto del Campo.

## 5.5.2. Análisis multivariante: regresión lineal múltiple

El modelo final de regresión fue el que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 10. Modelo de regresión lineal para el logaritmo de la concentración de níquel**

Modelo	Coeficientes		Sig.
	B	Error típ.	
(Constante)	.033	.074	.657
Sexo (mujer/hombre)	.107	.023	.000
Edad (30-59/15-29)	.033	.024	.175
Edad (60-69/15-29)	.039	.038	.305
Zona de residencia (Barriadas Campo/Capitales andaluzas)	-.307	.071	.000
Zona de Residencia (Campamento/Capitales Andaluzas)	-.246	.109	.025
Zona de Residencia (Puente Mayorga/Capitales Andaluzas)	-.378	.117	.001
Zona de Residencia (Palmones/Capitales Andaluzas)	-.303	.142	.034
Zona de residencia (Resto Campo/Capitales andaluzas)	-.287	.037	.000
Tiempo de residencia (5-10/1-5)	.122	.064	.059
Tiempo de residencia (+10/1-5)	.034	.040	.401
Agua (grifo/mineral)	.097	.025	.000
Agua (grifo+mineral/mineral)	.024	.043	.579
Ejercicio físico (Sí/No)	.021	.024	.379
Desplazamientos a pie (Sí/No)	-.021	.044	.637
Jardinería (Sí/No)	-.008	.038	.826
Bricolaje (Sí/No)	-.082	.037	.029
Cirrosis hepática	.483	.207	.020
Cataratas	.300	.142	.035
Aceites y grasas	-.096	.027	.000
Pescado y marisco en conserva	-.057	.022	.009
Pescado congelado	-.049	.022	.023
Industria del metal: Soldador	.289	.098	.002
Industria del Cemento	-.142	.060	.018

En las Barriadas y en el Resto del Campo las concentraciones de níquel son significativamente inferiores a las concentraciones en las Capitales andaluzas, una vez ajustado por otras covariables.

Además tienen concentraciones estadísticamente superiores las mujeres, los que padecen algunas patologías como la cirrosis hepática, o los que han trabajado como soldadores en la industria el metal.

Asimismo, algunos factores de la dieta de la semana anterior, haber realizado actividades de bricolaje, o haber trabajado en la industria del cemento, están asociados a tener menores concentraciones de níquel.

### 5.4.3. Análisis multivariante: regresión logística

**Tabla 11. Modelo de regresión logística para la concentración de níquel**

	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95.0% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
sexo (mujer/hombre)	.812	.001	2.253	1.400	3.626
edad (30-59/15-29)	.160	.514	1.174	.726	1.898
Edad (60-69/15-29)	-.079	.840	.924	.431	1.983
(Barriadas/Capitales)	-17.954	.997	.000	.000	.
(Resto Campo/Capitales)	-.287	.406	.751	.381	1.477
tiempo de residencia (5-10/1-5)	.860	.116	2.363	.808	6.914
tiempo de residencia (+10/1-5)	-.087	.826	.917	.421	1.995
Agua consumida (grifo/mineral)	.957	.001	2.603	1.446	4.688
Agua consumida (grifo+mineral/mineral)	.718	.116	2.049	.837	5.015
Ejercicio físico (Sí/No)	.188	.449	1.207	.742	1.965
Desplazamientos a pie (Sí/No)	-.535	.153	.586	.281	1.221
Jardinería (Sí/No)	-.752	.171	.472	.161	1.383
Bricolaje (Sí/No)	-.563	.268	.569	.210	1.543
Cataratas (Sí/No)	1.823	.031	6.188	1.178	32.511
Cirrosis hepática	1.944	.061	6.988	.918	53.211
Consumo de marisco congelado (Sí/No)	-.868	.023	.420	.199	.886
Aceites y grasas (Sí/No)	-.883	.000	.413	.263	.649
Bebidas alcohólicas (Sí/No)	-.405	.092	.667	.416	1.069
Industria del metal: soldador (Sí/No)	1.715	.010	5.559	1.517	20.363
Constante	-3.556	.000	.029		

La probabilidad de tener una concentración de níquel igual o superior al percentil 95 es significativamente superior entre las mujeres, los que suelen consumir agua del grifo, los que padecen de cataratas, o trabajaron como soldadores. Es significativamente inferior entre los que consumieron aceites y marisco congelado la semana anterior.

## 6. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados de este estudio, la población de las tres Barriadas tiene unos niveles de cadmio en orina significativamente superiores a los de la población de referencia, la de las capitales de provincia de Andalucía. La población con mayor concentración de cadmio es la residente en la barriada de Puente Mayorga. Asimismo, en el Resto del Campo las concentraciones son similares (o incluso inferiores si se comparan las media geométricas) a las de las Capitales. Por otra parte, aun cuando los niveles de cadmio en las Barriadas son superiores a los del resto de Capitales andaluzas, estos niveles se mantienen dentro de los niveles que se consideran habituales para poblaciones no especialmente expuestas. En las Barriadas, los niveles de cadmio se encuentran en los 1,06  $\mu\text{g/g}$  creatinina, y específicamente en Puente Mayorga son de 1,29  $\mu\text{g/g}$  creatinina, en comparación a 0,73  $\mu\text{g/g}$  creatinina en las Capitales. Son escasos los estudios de evaluación de la exposición a metales realizados con población general (no ocupacional), por lo que la información disponible es muy limitada. No obstante, algunos estudios relativamente recientes aportan información. En otras poblaciones estudiadas los niveles de cadmio han sido:

**Tabla 12. Concentraciones de cadmio en orina ( $\mu\text{g/g}$  creatinina) en estudios internacionales**

EEUU (NCEH, 2005)	0,34
Alemania (Becker et al, 1998)	0,27
Suecia (Jarup et al, 2002)	0,75
Sureste asiático (Ikeda et al, 2000a)	1,42
China (Ikeda et al, 2000a)	2,30
Japón (Ikeda et al, 2000b)	3,94
Corea (Moon et al, 1999)	2,26
Campamento*	0.94 (I.C.95% [0.72, 1.16] )
Puente Mayorga*	1.29 (I.C.95% [1.04, 1.53] )
Palmones*	0.92 (I.C.95% [0.79, 1.04] )
Capitales andaluzas*	0.73 (I.C.95% [0.70, 0.75] )

\*Datos del presente estudio

De acuerdo a estos estudios, los valores encontrados en las Barriadas están por encima de los valores de EEUU, Alemania y Suecia, y por debajo de los países asiáticos, tanto unos como otros países industrializados. De forma general, las diferencias en las concentraciones de metales entre poblaciones se explican por las

diferencias en las concentraciones de los metales en el medio ambiente, principalmente en los suelos o las aguas, por diferencias en la dieta, dado que algunos componentes de la misma tienen mayores concentraciones, a hábitos específicos, como el tabaquismo, o a la metodología para expresar las concentraciones de metales, variable entre estudios.

Por otra parte, se considera que valores de cadmio inferiores a 5 ( $\mu\text{g/g}$  creatinina) están dentro de lo normal en poblaciones no expuestas (NCEH 2003). En España por ejemplo, la normativa sobre riesgos laborales establece un valor límite biológico para el cadmio de 10  $\mu\text{g/g}$  creatinina (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2004). Sin embargo, algunos estudios ponen de manifiesto que a niveles más bajos pudiera haber efectos principalmente sobre la función renal u ósea, o sobre patologías previas. De momento sin embargo no hay evidencia suficiente acerca de estos hallazgos y su significado sanitario (Åkesson, 2005). En todo caso, dado que la inmensa mayoría de la población está expuesta a niveles de cadmio, principalmente a través de la dieta, que el cadmio se acumula a lo largo de la vida, y que puede ejercer un papel relevante en algunas patologías, la investigación sobre el cadmio acerca de los niveles y efectos que produce resulta prioritaria (NCEH, 2005).

La concentración de cadmio en orina refleja tanto la exposición a lo largo de los años como la exposición más reciente (NCEH, 2005), y dichos niveles varían de acuerdo a otros factores, como pone de manifiesto este estudio.

En primer lugar, existe una clara evidencia científica de que la excreción urinaria de cadmio está afectada por el consumo de tabaco (Roggi et al., 1996; Wood, 1996). La concentración urinaria de cadmio refleja el contenido corporal de este metal (Ritz et al., 1998), de modo que influye el consumo de tabaco en el pasado, pues la vida media del cadmio en el riñón y en el hígado es de entre 7 y 30 años. También influye el consumo actual excesivo, porque cuando el nivel de cadmio en el córtex renal llega a la concentración crítica ya no puede ser retenido y se excreta rápidamente a través de la orina (WHO, 1992).

El modelo de regresión lineal para cadmio refleja la explicación anterior: existe una clara influencia de la variable consumo de tabaco, siendo superiores los niveles de cadmio en ex fumadores y fumadores con respecto a los no fumadores.

La edad también influye en la excreción de cadmio, demostrándose que, para un

colectivo, la concentración de cadmio en la orina aumenta con la edad. Sin embargo, a partir de los 60 años la concentración de cadmio en orina parece disminuir (Nishijo et al., 1999), aunque en otros estudios no se ha hallado esta disminución (Hoffmann et al. 2000). Los resultados del presente estudio muestran un aumento a partir de los 30 años, y no se detecta ninguna disminución ni aumento a partir de los 60 años.

En este estudio, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en cuanto al sexo, aunque sí se han encontrado en otros estudios (Nishijo et al., 1999).

Para la población general no fumadora, la principal exposición a cadmio se produce a través de la alimentación (ATSDR, 1993), y por lo tanto es común la asociación de las concentraciones de metales con la presencia de diversos elementos en la dieta. En este estudio las concentraciones de cadmio se asocian a la presencia de algunos elementos en la dieta. Estas asociaciones sin embargo deben interpretarse con precaución, ya que en este estudio no se ha realizado un estudio de dieta total. Además, dichas asociaciones son difíciles de interpretar, dada la larga permanencia del cadmio en el riñón.

Por otra parte, las concentraciones de cadmio se asocian a padecer algunas enfermedades (ATSDR, 1993), aquellas que afectan a la función renal por sí mismas o como resultado de los tratamientos farmacológicos. Las altas concentraciones de cadmio, se asocian también significativamente a la bronquitis crónica, una de cuyas causas principales es el tabaquismo.

Por último, en la regresión logística se ha hallado una asociación de magnitud moderada con la ocupación, para aquellos que han trabajado en la industria de construcción naval, ya que los trabajos de soldadura (13 trabajadores en este estudio) son una de las principales fuentes de exposición al cadmio (ATSDR, 1999). En este estudio se pone de manifiesto que la probabilidad de tener valores en la concentración de cadmio por encima del percentil 95 ( $1.79 \mu\text{g/g}$  creatinina) es muy alta para estos trabajadores (O.R. de 5.18).

Finalmente, de acuerdo a los informes del CSIC, existe contaminación atmosférica por metales en la zona, producida por industrias próximas a las Barriadas. Esta sería una probable explicación para los valores del cadmio en esta zona. Se debe destacar que la significación estadística de los mayores niveles de cadmio en orina en la población de las Barriadas se mantiene tras ajustar por otros posibles factores asociados a las

concentraciones de cadmio en orina, como se pone de manifiesto en el análisis de regresión múltiple. Por otra parte, no hay diferencias significativas entre las Barriadas y las Capitales de provincia en cuanto al valor p95 de la concentración de orina, como muestra el análisis de regresión logística. La interpretación de los resultados de ambas regresiones sugieren que la mayor concentración de cadmio en orina en las Barriadas no se debe a una acumulación de personas con valores extremos en las Barriadas, sino a que la población de las Barriadas tiene un concentración media superior.

La interpretación de los resultados obtenidos para el cromo debe realizarse con cautela porque más de un 80% del total de muestras de las Barriadas, en torno a un 80% de las muestras del Resto del Campo, y más del 70% de las muestras de la población de las Capitales andaluzas, tienen unos valores de cromo por debajo del límite de detección.

Por otro lado, prácticamente no existen estudios sobre exposición ambiental a cromo, de manera que no es posible comparar los resultados hallados en este estudio con otros similares.

La población general puede verse expuesta a cromo a través del aire, de los alimentos y/o del agua, siendo diferente en cada caso la biodisponibilidad del cromo. La exposición dérmica también puede ocurrir debido al posible contacto de la piel con productos de consumo que contengan cromo, como cemento, materiales de limpieza, cuero, etc. (ATSDR, 1993). En los sujetos no expuestos laboralmente, la eliminación urinaria se considera igual a la absorción total (Franchini et al., 1984).

En este estudio no se encontraron grandes diferencias entre las distintas zonas comparadas, aún siendo las concentraciones de cromo, según el modelo de regresión lineal, significativamente más altas en las Capitales andaluzas que en el Resto del Campo de Gibraltar.

Con respecto a los factores asociados a las concentraciones de cromo, las mujeres presentan concentraciones más altas de cromo. Asimismo, a mayor edad mayor es la concentración de cromo. En cuanto a la dieta, el cromo es un oligoelemento presente en varios alimentos, pero en este estudio solamente se ha hallado una asociación significativa y negativa para el consumo de grasas, lácteos, y marisco. Además, aparece una asociación con el tiempo de residencia en el municipio (de 5-10 años).

Del mismo modo que sucede con el cromo, la interpretación de los resultados obtenidos para el níquel también debe hacerse con cautela, pues un 80% en las Barriadas y alrededor de un 50% del total de muestras analizadas tenían concentraciones inferiores al límite de detección. Además, existen pocos estudios sobre exposición ambiental a níquel (casi todos de poblaciones residentes junto a refinerías de níquel), así que es difícil comparar los resultados. El níquel está presente en el ambiente de forma natural, por lo que la población general siempre va a estar expuesta a bajos niveles de níquel a través del aire, agua y alimentos, siendo la primera vía la que representa la menor proporción en la ingesta total. Además, también existe exposición general a níquel a través de productos de consumo que lo contienen, como acero, monedas o joyas (Barceloux, 1999).

La concentración de níquel en orina indica la dosis absorbida del metal, siendo un buen bioindicador de la exposición reciente (Kiilunen et al., 1997; Oliveira et al., 2000; Scansetti et al., 1998; Smith-Sivertsen et al., 1997).

No existe evidencia científica de diferencias significativas en las concentraciones urinarias de níquel entre hombres y mujeres, pero en este estudio si se encontraron, teniendo las mujeres estudiadas una concentración significativamente mayor que los hombres.

La influencia del tabaco no está completamente clara. El tabaco contiene níquel, y algunas investigaciones indican que puede ser una fuente importante de exposición humana a este elemento, pero existe controversia sobre si realmente constituye una fuente significativa de exposición (Smith-Sivertsen et al., 1997; Oliveira et al., 2000). En este estudio no se ha hallado una influencia significativa del tabaco.

En cuanto a la dieta, solamente dos variables mostraron significación estadística: el consumo de pescado/marisco y de grasas. En este estudio los que consumieron estos alimentos la semana anterior a la recogida de la muestra presentaron concentraciones de níquel inferiores.

También se han encontrado concentraciones de níquel superiores en personas que padecen de algunas patologías (cirrosis y cataratas), o que trabajan como soldadores en la industria del metal.

Por último, ajustando por otras variables, tanto en las Barriadas como en el Resto del Campo las concentraciones son significativamente inferiores a las de las Capitales de provincia. Estas diferencias pueden deberse a diferencias en patrones de consumo alimentario, hábitos, u otros, no recogidos en este estudio. También, a las diferencias en las fuentes y los niveles de contaminación atmosférica entre las capitales, núcleos urbanos densamente poblados y el Campo de Gibraltar. En todo caso, la población del Campo y las Barriadas no tienen concentraciones de níquel en orina superiores a los de las Capitales andaluzas.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Entre los resultados de este estudio, y considerando los objetivos del mismo, cabe destacar que los niveles de Cadmio en las tres Barriadas, son superiores a los de las Capitales andaluzas, lo que no ocurre en el Resto del Campo de Gibraltar. Por otra parte, las concentraciones en orina de los otros dos metales estudiados, el cromo y el níquel son similares o significativamente inferiores respectivamente en las Barriadas en comparación con las Capitales andaluzas.

De acuerdo con estos resultados, la población de las tres Barriadas, y especialmente la de Puente Mayorga, tiene unos niveles de cadmio en orina superiores a los del resto de la población andaluza. De acuerdo a los informes del CSIC, los niveles de metales en la zona se deben a emisiones industriales, producidas por industrias muy próximas a las Barriadas. Dado que el Cadmio es un agente cancerígeno, además de que puede producir otros daños a la salud, aún a niveles relativamente bajos cuando las exposiciones son crónicas, es aconsejable reducir los niveles de exposición de la población de las Barriadas. Por lo tanto, se recomienda adoptar las medidas adecuadas para reducir la exposición a Cadmio de la población de las Barriadas.

Aun cuando los niveles de Cadmio en las Barriadas son superiores a los del resto de capitales andaluzas, estos niveles se mantienen dentro de los niveles que se consideran habituales para poblaciones no especialmente expuestas.

Por otra parte, los niveles de los metales en la población andaluza se asocian a factores como el sexo, la dieta, hábitos como el tabaquismo o el consumo de alcohol, la presencia de patologías o el uso de fármacos, etc. Dado que los metales analizados se distribuyen normalmente en el medio ambiente (agua, suelos, aire, etc), y por

consiguiente en los vegetales, los animales, y otros componentes de la dieta humana, los niveles de estos metales en las personas normales, en sangre o en orina, varían pues de acuerdo a los patrones dietéticos, de hábitos, y otros, como se pone de manifiesto en nuestros resultados. Por otra parte, el metabolismo de los metales puede ser diferente entre hombres y mujeres, o entre grupos de edad, de forma que existen variaciones en las concentraciones en función de dichos elementos (CSIC-Consejería de Salud, 2004).

Este estudio también pone de manifiesto que el riesgo de tener niveles elevados de metales es significativamente mayor en individuos que trabajan o han trabajado en sectores como los astilleros o el metal. Este hallazgo puede implicar un control deficiente de las exposiciones a metales en dichos sectores ocupacionales.

Finalmente, será conveniente evaluar nuevamente la exposición a metales a medio plazo (especialmente al cadmio) en la población de las Barriadas, dentro de un sistema de vigilancia sanitaria para la zona, ya que:

- 1) los niveles aceptables de exposición al cadmio seguramente sufrirán variaciones en los próximos años, a la luz de la investigación actual.
  
- 2) es creciente el interés en evaluar los efectos biológicos y la significación sanitaria de una exposición muy común que afecta a una gran parte de la población de las sociedades desarrolladas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- AA Winlab Analysis Systems. Atomic Spectrometry. Troubleshooting. Varian 1999.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Toxicological profile for cadmium, update 1993. U.S. Department of Health & Human Services.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Toxicological profile for chromium, update 1993. U.S. Department of Health & Human Services.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Toxicological profile for arsenic, update 1993. U.S. Department of Health & Human Services.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Toxicological profile for nickel, update 1993. U.S. Department of Health & Human Services.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1999. Toxicological profile for cadmium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Åkesson A, Lundh T, Vahter M, Bjellerup P, Lidfeldt J, Nerbrand C, et al. Tubular and Glomerular Kidney Effects in Swedish Women with Low Environmental Cadmium Exposure. *Environ Health Perspect* 113:1627–1631 (2005)
- Alessio, L. Odone, P. Bertelli, G. Foà, V. Human biological monitoring of industrial chemicals series EUR 8476 EN (Cadmium). Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 1983 (edición en castellano de la Conselleria de Sanitat i Consum de la Generalitat Valenciana, 1994).
- Alimonti A, Petrucci F, Krachler M, Bocca B, Caroli S. Reference values for chromium, nickel and vanadium in urine of youngsters from the urban area of Rome. *J Environ Monit.* 2000 Aug;2(4):351-4.
- Altman, D.G. y J.M. Bland. Transformations, means, and confidence intervals. 1996. *BJM* 312:1079.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs® Thresold Limit Values and BEIs® Biological Exposure Limits for 1997 (edición en castellano por la Conselleria d'Ocupació, Indústria i Comerç de la Generalitat Valenciana, 1998).
- Analyst 800. Atomic Absorcion Spectrometer. User Guide Perkin Elmer 1998.
- Analytical Methods. Atomic Absorcion Spectrometer. Perkin Elmer 1996.
- Analytical Methods. Atomic Absorcion Spectrometer. Varian 1997.
- Annual Book of ASTM Standards. Part 31, Easton (USA), 1980.
- Apostoli P, Maranelli G, Duca PG, Bavazzano P, Bortoli A, Cruciatti A, Elia G, Minoia C, Piccinini R, Sabbioni E, Sciarra G, Soave C. Reference values of urinary chromium in Italy. *Int Arch Occup Environ Health.* 1997;70(3):173-9.
- Barceloux, DG. Copper. *J Toxicol Clin Toxicol* 1999; 37: 217-230.
- Barceloux, DG. Nickel. *J Toxicol Clin Toxicol* 1999; 37: 239-258.
- Becker K, Schulz C, Kaus S, Seiwert M, Seifert B. German Environmental Survey 1998 (GerES III): environmental pollutants in the urine of the German population. *Int J Hyg Environ Health* 2003; 206:15-24.
- Bland JM, Altman DG. Transformations, means, and confidence intervals. *British Medicall Journal* 1996;312:1079.
- Börjesson, J. Bellander, T. Järup, L. Elinder, CG. Mattson, S. In vivo analysis of cadmium in battery workers versus measurements of blood, urine and workplace air. *Occup Environ Med* 1997; 54: 424-431.
- Brzoska MM, Moniuszko-Jakoniuk J. The influence of calcium content in diet on cumulation and toxicity of cadmium in the organism. *Arch Toxicol.* 1998;72(2):63-73

- Burner System Atomic Spectrometry. User Guide Varian 1999.
- Cai, S. Yue, L. Jin, T. Nordberg, G. Renal dysfunction from cadmium contamination of irrigation water: dose-response analysis in a Chinese population. WHO Bulletin 1998; 76:153-158. 230
- Calderon, RL. Hudgens, E. Chris Le, X. Schreinemachers, D. Thomas, DJ. Excretion of arsenic in urine as a function of exposure to arsenic in drinking water. Environ Health Perspect 1999; 107: 663-667.
- Chappel, WR. Beck, BD. Brown, KG. Chaney, R. Cothorn, CR. Irgolic, KJ. North, DW. Thornton, I. Tsongas, TA. Inorganic arsenic: a need and an opportunity to improve risk assessment. Environ Health Perspect 1997; 105: 1060-1067.
- Chiou, HY. Huang, WI. Su, CL. Chang, SF. Hsu, YH. Chen, CJ. Dose-response relationship between prevalence of cerebrovascular disease and ingested inorganic arsenic. Stroke 1997; 28: 1717-1723.
- Choudhury H, Harvey T, Thayer WC, Lockwood TF, Stiteler WM, Goodrum PE, Hassett JM, Diamond GL. Urinary cadmium elimination as a biomarker of exposure for evaluating a cadmium dietary exposure--biokinetics model. J Toxicol Environ Health A. 2001 Jul 6;63(5):321-50.
- Concha Quezada, G. Metabolism of inorganic arsenic and biomarkers of exposure.
- Cornelis,R.; Heinzow,B.; Herber,R.F.; Christensen,J.M.; Poulsen,O.M.; Sabbioni,E.; Templeton,D.M.; Thomassen,Y.; Vahter,M.; Vesterberg,O. Sample collection guidelines for trace elements in blood and urine. IUPAC Commission of Toxicology. J Trace Elem Med Biol. 1996 Jun;10(2):103-27.
- CSIC 2005. Diagnóstico de la situación ambiental del entrono del campo de Gibraltar
- CSIC-Consejería de Salud de la Junta de Andalucía. Diagnóstico de la situación sanitaria del entorno de la Ría de Huelva, 2004
- Ezaki T, Tsukahara T, Moriguchi J, Furuki K, et al. No clearcut evidence for cadmium-induced renal tubular dysfunction among over 10,000 women in the Japanese general population: a nationwide large-scale survey. Int Arch Occup Environ Health 2003;76:186-96.
- Franchini, R. Mutti, A. Cavatorta, E. Predoni, C. Borghetti, A. Biological indicators for the assessment of human exposure to industrial chemicals EUR 8903 EN (Chromium). Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 1984 (edición en castellano de la Conselleria de Sanitat i Consum de la Generalitat Valenciana, 1993).
- Grandjean P., Andersen O., Nielsen G.G. Biological indicators for the assessment of human exposure to industrial chemicals (Nickel). Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas, 1988 (edición en castellano de la Conselleria de Sanitat i Consum de la Generalitat Valenciana, 1996).
- Gil F. Biomonitorización en el medio laboral, 2005 Capítulo 46. En: Tratado de Medicina del Trabajo, Gil F, ed., 1ª ed., pp.925-938. Editorial Masson S.A., Barcelona (ISBN 84-458-1496-6)
- Gil F. Toxicología Industrial (III). Toxicidad de los metales pesados, 2005 Capítulo 40. En: Tratado de Medicina del Trabajo, Gil F, ed., 1ª ed., pp. 803-820. Editorial Masson S.A., Barcelona (ISBN 84-458-1496-6)
- Gil F, Capitán-Vallvey LF, de Santiago E, Gutiérrez-Bedmar M, Fernández Crehuet J, Gómez J, López-Guarnido O, Rodrigo L, Villanueva E. Heavy metal concentrations in the general population of Andalusia, South of Spain A comparison with the population within the area of influence of Aznalcollar mine spill (SW Spain). The Science of the Total Environment, 2006 (aceptado-en prensa- disponible on-line)

- Gil F, Gisbert-Calabuig JA. Intoxicaciones por otros metales, 2004 Capítulo 70. En: Gisbert Calabuig Medicina Legal y Toxicología, Villanueva E, 6ª ed., pp.964-980. Editorial Masson SA, Barcelona (ISBN 84-458-1415-X)
- Gil F, Pla A. Biomarkers as biological indicators of xenobiotic exposure (Review Article). *Journal of Applied Toxicology* 2001 21, 245-255
- Greater Tokyo Bureau of Hygiene (investigación sobre los efectos del cromo en una encuesta de salud) Japón, 1989.
- Hamilton, EI. Environmental variables in a holistic evaluation of land contaminated by historic mine wastes: a study of multi-element mine wastes in West Devon, England using arsenic as an element of potential concern to human health. *Sci Total Environ* 2000; 249: 171-221.
- Hoffmann K, Becker K, Friedrich C, Helm D, Krause C, Seifert B. The German Environmental Survey 1990/1992 (GerES II): cadmium in blood, urine and hair of adults and children. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2000;10(2):126-35.
- Hsueh, YM. Huang, YL. Huang, CC. Huei-Min, WW. Yang, MH. Lue, LC. Chen, CJ. Urinary levels of inorganic and organic arsenic metabolites among residents in an arseniasis-hyperendemic area in Taiwan. *J Toxicol Environ Health* 1998; 54: 431-444.
- Ikeda, M. Watanabe, T. Zhang, ZW. Moon, CS. Shimbo, S. The integrity of the liver among people environmentally exposed to cadmium at various levels. *Int Arch Occup Environ Health* 1997; 69: 379-385.
- Ikeda et al. Urban Population exposure to lead and cadmium in east and south-east Asia. *The Science of the Total Environment* 249 (2000a) 373-384
- Ikeda et al. Possible effects of environmental cadmium exposure on kidney function in the Japanese general population. *Int Arch Occup Environ Health* (2000b) 73:15-25
- INE 2006. Censo de población y viviendas 2001 en <http://www.ine.es>
- Jakubowski, M. Trzcinka-Ochocka, M. Razniewska, G. Matczak, W. Biological monitoring of occupational exposure to arsenic by determining urinary content of inorganic arsenic and its methylated metabolites. *Int Arch Occup Environ Health* 1998; 71 (Suppl): S29-S32.
- Jarup, L. Alfvén, T. Persson, B. Toss, G. Elinder, CG. Cadmium may be a risk factor for osteoporosis. *Occup Environ Med* 1998; 55: 435-441.
- Jarup et al. Low level exposure to cadmium and early kidney damage: the OSCAR study. *Occupational and Environmental Medicine* Oct 2002; 57, 10 p668.
- Kiilunen, M. Aitio, A. Tossavainen, A. Occupational exposure to nickel salts in electrolytic plating. *Ann Occup Hyg* 1997; 41: 189-200.
- Knobeloch, L. Korthof, S. Anderson, H. Never on a Saturday (or a Sunday): the case against using weekend urine specimens to assess arsenic exposure. *WMJ* 1998; 97: 46-48.
- Kristiansen, J. Christensen, JM. Iversen, BS. Sabbioni, E. Toxic trace elements reference levels in blood and urine: influence of gender and lifestyle factors. *Sci Total Environ* 1997; 204: 147-160.
- Lauwerys, R. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. Ed. Masson. Paris, 1982.
- Lewis, DR. Southwick, JW. Ouellet-Hellstrom, R. Rench, J. Calderon, RL. Drinking water arsenic in Utah: a cohort mortality study [and comments]. *Environ Health Perspect* 1999; 107: 359-365.
- Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España (2004), editado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, según la Directiva 98/24/CE.
- McCarron P, Harvey I, Brogan R, Peters TJ. Self reported health of people in an area contaminated by chromium waste: interview study. *BMJ* 2000; 320:11-5.

- Moon, CS. Zhang, ZW. Shimbo, S. Watanabe, T. Lee, CU. Lee, BK. Ahn, KD. Lee, SH. Ikeda, M. Evaluation of urinary cadmium and lead as markers of background exposure of middle-aged women in Korea: dietary intake as an influential factor. *Toxicology Letters* 1999; 108: 173-178.
- Morgan JN. Effects of processing of heavy metal content of foods. *Adv Exp Med Biol* 1999;459:195-211.
- National Center for Environmental Health (NCEH), Centres for Disease Control and Prevention (CDC). Second national report on human exposure to environmental chemicals. Pub. No. 02-0716. Atlanta, Georgia. 2003.
- National Center for Environmental Health (NCEH), Centres for Disease Control and Prevention (CDC). Third national report on human exposure to environmental chemicals. Pub. No. 05-0570. Atlanta, Georgia. 2005.
- Nishijo, M. Nakagawa, H. Morikawa, M. Tabata, M. Miura, T. Yoshita, K. Higashiguchi, K. Seto, T. Kido, T. Nogawa, K. Mizukoshi, K. Nishi, M. Relationship between urinary cadmium and mortality among inhabitants living in a cadmium polluted area in Japan. *Toxicology Letters* 1999; 108: 321-327.
- Ocaña Riola, R. Regresión logística. En: Morrell, M., y Redondo, M. eds. *Metodología científica en Ciencias de la Salud*. Málaga: Grupo Editorial 33. 2002.
- Oliveira, JP. Pereira, ME. Da Silva, CS. Urinary nickel as bioindicator of workers' nickel exposure in a galvanizing plant in Brazil. *Int Arch Occup Environ Health* 2000; 73: 65-68.
- Pizarro, F. Olivares, M. Gidi, V. Araya, M. The gastrointestinal tract and acute effects of copper in drinking water and beverages. *Rev Environ Health* 1999; 14: 231- 238.
- Rahman, M. Tondel, M. Ahmad, A. Chowdhury, IA. Hypertension and arsenic exposure in Bangladesh. *Hypertension* 1999; 33: 74-80.
- Ritz, B. Heinrich, J. Wjst, M. Wichmann, E. Krause, C. Effect of cadmium body burden on immune response of school children. *Arch Environ Health* 1998; 53: 272-280.
- Roels,H.A.; Hoet,P.; Lison,D. Usefulness of biomarkers of exposure to inorganic mercury, lead, or cadmium in controlling occupational and environmental risks of nephrotoxicity. *Renal Failure* 1999 May-Jul;21(3-4):251-62.
- Roggi, C. Merlo, E. Maccarini, L. Minoia, C. Ronchi, A. Gatti, A. Influenza del consumo di alcool, del fumo e delle abitudini dietetiche sulle concentrazioni ematiche di piombo e cadmio. *Ann Ig* 1996; 8: 657-665.
- Ruiz-Navarro, M.L. Navarro-Alarcón, M. López González de la Serrana, H. Pérez-Valero, V. López-Martínez, M.C. Urine arsenic concentrations in healthy adults as indicators of environmental contamination: relation with some pathologies. *Sci Total Environ* 1998;216(1-2):55-61.
- Scansetti, G. Maina, G. Botta, GC. Bambace, P. Spinelli, P. Exposure to cobalt and nickel in the hard-metal production industry. *Int Arch Occup Environ Health* 1998; 71: 60-63.
- Smith-Sivertsen, T. Lund, E. Thomassen, Y. Norseth, T. Human nickel exposure in an area polluted by nickel refining: the Sør -Varanger study. *Arch Environ Health* 1997; 52: 464-471.
- SpectrAA 640Z. Atomic Absorption Spectrometer. User Guide Varian 2000.
- Tchounwou, PB. Wilson, B. Ishaque, A. Important considerations in the development of public health advisories for arsenic and arsenic-containing compounds in drinking water. *Rev Environ Health* 1999; 14: 211-229.
- Trepka, MJ. Heinrich, J. Schulz, C. Krause, C. Popescu, M. Wjst, M. Wichmann, HE. Arsenic burden among children in industrial areas of eastern Germany. *Sci Tota Environ* 1996; 180: 95-105.

- Triebig, G. Schaller, KH. Biological indicators for the assessment of human exposure to industrial chemicals EUR 8903 EN (Copper). Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 1984 (edición en castellano por la Conselleria de Sanitat i Consum de la Generalitat Valenciana, 1993).
- Tsai, SH. Wang, TN. Ko, YC. Mortality for certain diseases in areas with high levels of arsenic in drinking water. Arch Environ Health 1999; 54: 186-193.
- V. J. Barwiz y S.L. Ellison. Protocol for uncerntaining evaluation from validation data.
- Villanueva E, Pla A. Hernández AF, Gil F, Capitán F, Avidad R, Gutiérrez-Bedmar R, Carnero M, Gómez E, García A, Mariscal A, Gómez-Aracena J, Martínez JL, Gil MD, Camino F, Fernández-Crehuet J. Niveles de metales pesados en la población andaluza: comparación con la población de la zona de influencia del accidente de Aznalcóllar (estudio Piloto). En: Corredor Verde del Guadiamar: del desastre ecológico a la declaración de un nuevo espacio natural protegido, Consejería de Medio Ambiente, 2003 pp. 1-80. Fondo Editorial de la Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla (ISBN 84-95785-41-2)
- Wapnir RA. Copper absorption and bioavailability. Am J Clin Nutr 1998;67(suppl):S1054-60.
- White, MA. Sabbioni, E. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Union. X, A study of 134 elements in blood and urine of a United Kingdom population. Sci Total Environ 1998: 253-270.
- WHO. Cadmium. Environmental Health Criteria 134. World Health Organization. Geneva, 1992.
- Wood, AL. Assessing the risk from environmental cadmium exposure. J Public Health Med 1996; 18: 432-436.
- Zhang JD, Li XL. Chromium pollution of soil and water in Jinzhou. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi. 1987 Sep;21(5):262-4.

**ANEXO I: CARTA INFORMATIVA A LOS PARTICIPANTES Y  
CONSENTIMIENTO INFORMADO**

## Para los participantes



Estimado/a Sr./a.:

Nos dirigimos a usted para solicitar su colaboración en un estudio iniciado por la Consejería de Salud a través de la Escuela Andaluza de Salud Pública y el Grupo Item. Se trata de un **estudio sobre la salud de la población en el Campo de Gibraltar**.

La colaboración que le solicitamos, consiste en contestar a un breve cuestionario personal sobre hábitos de vida, historia laboral y de salud. Además, tendrá que rellenar durante una semana un diario de dieta. Finalizada esa semana, nos entregará una muestra de orina para su análisis posterior.

Toda la información obtenida mediante el cuestionario, el diario de dieta y los análisis de orina, es estrictamente confidencial y sólo será utilizada en este estudio. En ningún momento será proporcionada a personas o instituciones ajenas al estudio. Si una vez finalizado el estudio usted desea conocer los resultados de la analítica de orina, solicitenoslo y se lo enviaremos junto con las recomendaciones oportunas.

Agradecemos de antemano su colaboración y si desea usted más información, o tiene algún comentario que realizar sobre el estudio, le rogamos se dirija a las siguientes personas:

Gastón Babio  
Técnico del estudio  
Escuela Andaluza de Salud Pública  
Tel. 958 027 457

África Díaz García  
Directora de campo  
Grupo Item Investigaciones  
Tel. 958 520 878

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE EN EL  
ESTUDIO SOBRE **SALUD EN EL CAMPO DE GIBRALTAR**

Yo, .....

(nombre y apellidos del participante o del representante legal)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He hablado con el Sr./Sra. ....

(nombre del entrevistador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que la información obtenida con el cuestionario, diario de dieta y muestra de orina es estrictamente confidencial y sólo será utilizada en este estudio.

Puedo solicitar los resultados de la analítica de orina si así lo deseo.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Fecha

Firma del participante o  
del representante legal

## **ANEXO II: CUESTIONARIO**



**RUTA:**    **DISTRITO:**   **SECCIÓN:**     
**MUNICIPIO:** ..... **PROVINCIA:**.....

Buenos días/ Buenas tardes me llamo.....,soy entrevistador de **Grupo Item**, empresa dedicada a la realización de estudios de opinión y de mercado. En estos momentos estamos realizando un estudio de **Salud en el Campo de Gibraltar** para la Consejería de Salud. ¿Sería tan amable de colaborar con nosotros?. Muchas gracias por su tiempo y colaboración.

**CARACTERÍSTICAS SOCIO- DEMOGRÁFICAS**

**P.A.** ¿Podría Ud. decirme cuántos años lleva residiendo en su municipio?

- Menos de 1 años ..... **1 (Fin de entrevista)**
- .....años (anotar cuantos)

**P.B.** Con relación al medio ambiente del barrio o la zona donde usted vive. Considera usted que durante al menos durante el último año..... (en caso afirmativo marcar según el encuestado lo perciba como mucho, algo o nada)

- Que su vivienda sufre de malos olores procedentes del exterior

Mucho	Algo	Nada

- Que en el barrio donde usted vive la contaminación del aire es elevada

Mucho	Algo	Nada

- Que el barrio donde usted vive se encuentra afectado por alguna industria contaminante

Mucho	Algo	Nada

- Que el barrio donde usted vive está afectado por el tráfico

Mucho	Algo	Nada

**P.C.** ¿Ha vivido Ud. en otro municipio de Andalucía?

- Sí ..... **1**
- No..... **2 (Pasar a P.D)**

**P.D.** ¿Puede Ud. especificarme en qué provincia andaluza ha vivido? (**Entrevistador, si son varias, elegir aquella en la que más años ha vivido**)

- Almería ..... **1**
- Cádiz ..... **2**
- Córdoba ..... **3**
- Granada ..... **4**
- Huelva ..... **5**
- Jaén ..... **6**
- Málaga ..... **7**
- Sevilla ..... **8**

**P.E.** Sexo:

- Hombre ..... **1**
- Mujer ..... **2**

**P.F.** ¿Me puede decir su fecha de nacimiento?

|\_|\_|\_|\_|

**P.G.** Estado civil:

- Casado/ a..... **1**
- Soltero/ a ..... **2**
- Divorciado/ a o separado/ a... **3**
- Viviendo en pareja ..... **4**
- Viudo/ a ..... **5**
- Otros ..... **6**

**P.H** Número de hijos:

**P.I.** ¿Cuál es su nivel de escolaridad o titulación más alta que ha alcanzado?

- No sabe leer ni escribir ..... **1**
- Menos de primarios pero sabe leer y escribir ... **2**
- Primarios completos/ EGB/ FP I ..... **3**
- BUP/ COU/ FP II ..... **4**
- Estudios medios universitarios ..... **5**
- Estudios superiores universitarios ..... **6**
- Ns /Nc ..... **99**

**P.J.** ¿Cuál es su situación laboral actualmente?

- Está empleado(Trabaja por cuenta ajena)..... **1 (Pasar a P.1.A)**
- Trabaja por cuenta propia ..... **2 (Pasar a P.1.A)**
- Está parado ..... **3**

- Está jubilado / Pensionista ..... 4
- Estudiante ..... 5
- Ama de casa (exclusivamente) ..... 6
- Incapacidad/ invalidez permanente ..... 7
- Ns /Nc ..... 99

## EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

**P.1.** ¿Ha trabajado Ud. en alguna ocasión?

- Sí..... 1 (Pasar a P.6)
- No..... 2 (Pasar a P.7)

**P.1.A** ¿Podría Ud. decirme su ocupación actual? (*Entrevistador describir las tareas que realiza*)

\_\_\_\_\_ □□□□

**P.2.** ¿Cuál es la categoría profesional que tiene en la empresa donde trabaja?

- Trabajador por cuenta propia sin asalariados ..... 1
- Trabajador por cuenta propia con 10 o más asalariados ..... 2
- Trabajador por cuenta propia con menos de 10 asalariados ..... 3
- Gerente de una empresa con 10 o más asalariados ..... 4
- Gerente de una empresa con menos de 10 asalariados ..... 5
- Capataz, supervisor o encargado ..... 6
- Otro asalariado ..... 7

**P.3.** ¿Cuánto tiempo lleva Ud. trabajando en ese puesto?

- Menos de 1 año..... 1
- Entre 1 y 2 años ..... 2
- Entre 2 y 5 años ..... 3
- Entre 5 y 10 años ..... 4
- Más de 10 años..... 5

**P.4.** ¿Qué medio de transporte utiliza Ud. para desplazarse a su lugar de trabajo?

- Vehículo propio..... 1
- Vehículo ajeno ..... 2
- Motocicleta ..... 3
- Bicicleta ..... 4
- Transporte público.....5
- Ninguno ..... 6

**P.5.** ¿Está en contacto con alguno de los siguientes productos en su trabajo o en otras actividades profesionales? (*Entrevistador, mostrar tarjeta. Respuesta múltiple*)

- Pesticidas (herbicidas, fungicidas, insecticidas...) ..... 1
- Fertilizantes ..... 2

▪ Pinturas y barnices .....	3
▪ Tintes y pigmentos .....	4
▪ Conservantes de la madera .....	5
▪ Productos químicos fotográficos .....	6
▪ Productos para el curtido y/o conservación de pieles .....	7
▪ Aceites industriales (lubricantes) .....	8
▪ Estabilizantes industriales .....	9
▪ Aleaciones de metales (níquel, cromo, cobre...) .....	10
▪ Humos de soldar .....	11
▪ Cemento .....	12
▪ Con ninguno .....	13

**P.6.** ¿Ha desempeñado Ud. alguno de estos puestos de trabajo como mínimo durante un año?  
(*Entrevistador leer uno a uno. Mostrar tarjeta*)

<b>1. Agricultor/a .....</b>	<b>1 (Entrevistador preguntar 1.a y 1.b)</b>
1.a. Bajo plástico .....	10
1.b. Utilizando herbicidas o insecticidas .....	11
<b>2. Silvicultor/ a .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Minería .....</b>	<b>3 (Entrevistador preguntar 3.a, 3.b., 3.c.,3.d. y 3.e.)</b>
3.a. Cobre .....	30
3.b. Arsénico .....	31
3.c. Cadmio .....	32
3.d. Cromo .....	33
3.e. Níquel .....	34
<b>4. Fundición .....</b>	<b>4 (Entrevistador preguntar 4.a, 4.b,4.c y 4.d)</b>
4.a. Con acero .....	40
4.b. Con aleaciones especiales .....	41
4.c. Con cobre .....	42
4.d. Con níquel .....	43
<b>5. Electro galvanizado .....</b>	<b>5</b>
<b>6. Industria química .....</b>	<b>6 (Entrevistador preguntar 6.a,6.b,6.c,6.d y 6.e)</b>
6.a. Refinería .....	60
6.b. Tintes o pinturas.....	61
6.c. Laboratorio .....	62
6.d. Fertilizantes .....	63
6.e. Insecticidas o herbicidas .....	64
<b>7. Industria textil .....</b>	<b>7 (Entrevistador preguntar 7.a y 7.b)</b>
7.a. Con tintes .....	70
7.b. Preparación de fibras o tejidos .....	71
<b>8. Industrias de pieles y curtidos .....</b>	<b>8</b>
<b>9. Industrias de madera .....</b>	<b>9 (Entrevistador preguntar 9.a )</b>
9.a. Uso o producción de conservantes de la madera	

<b>10. Industria del metal</b> .....	<b>10 (Entrevistador preguntar 10.a,10.b y 10.c)</b>
10.a. Tornero o fresador.....	<b>100</b>
10.b. Soldador .....	<b>101</b>
10.c Cromados .....	<b>102</b>
<b>11. Astilleros (construcción naval)</b> .....	<b>11</b>
<b>12. Industria del vidrio</b> .....	<b>12</b>
<b>13. Fabricación de cerámica</b> .....	<b>13</b>
<b>14. Imprenta, artes gráficas</b> .....	<b>14</b>
<b>15. Producción de pilas y baterías</b> .....	<b>15</b>
<b>16. Industrias de construcción</b> .....	<b>16 (Entrevistador preguntar 16.a y 16.b)</b>
16.a. Asfaltado .....	<b>160</b>
16.b. demoliciones .....	<b>161</b>
<b>17. Industria energética</b> .....	<b>17 (Entrevistador preguntar 17.a y 17.b)</b>
17.a. Industria nuclear .....	<b>170</b>
17.b. Central térmica .....	<b>171</b>
<b>18. Industria papelera</b> .....	<b>18</b>
<b>19. Transportes</b> .....	<b>19 (Entrevistador preguntar 19.a, 19.b y 19.c)</b>
19.a. Conductor de camión .....	<b>190</b>
19.b. Conductor de taxi .....	<b>191</b>
19.c. Conductor de autobús .....	<b>192</b>
<b>20. Producción de cementos</b> .....	<b>20</b>
<b>21. Incineradoras de residuos</b> .....	<b>21</b>
<b>22. Pirotecnia</b> .....	<b>22</b>
<b>23. Pintor/a</b> .....	<b>23</b>
<b>24. Soldador/ a</b> .....	<b>24</b>
<b>25. Peluquero/a</b> .....	<b>25</b>
<b>26. Trabajador/a de bisutería</b> .....	<b>26</b>
<b>27. Trabajador/a de gasolinera</b> .....	<b>27</b>
<b>28. Reparación de automóviles</b> .....	<b>28</b>
<b>29. Médicos o servicios de Salud</b> .....	<b>29</b>

**P.7. ¿Coincide el cabeza de familia con la persona entrevistada?**

- Sí .....
- No .....

**P.8. ¿Cuál es la situación laboral del cabeza de familia?**

- Está empleado (Trabaja por cuenta ajena).....
- Trabaja por cuenta propia .....
- Está parado .....

- Está jubilado / Pensionista ..... **4 (Pasar a P. 9)**
- Estudiante ..... **5 (Pasar a P. 9)**
- Ama de casa (exclusivamente) ..... **6 (Pasar a P. 9)**
- Incapacidad/invalidez permanente ..... **7 (Pasar a P. 9)**
- Ns /Nc ..... **99**

**P.8.a.** ¿Cuál es la ocupación del cabeza de familia?

\_\_\_\_\_ □□□□

**P.8.b.** ¿Cuál es la categoría profesional que tiene el cabeza de familia en la empresa donde trabaja?

- Trabajador por cuenta propia sin asalariados ..... **1**
- Trabajador por cuenta propia con 10 o más asalariados ..... **2**
- Trabajador por cuenta propia con menos de 10 asalariados ..... **3**
- Gerente de una empresa con 10 o más asalariados ..... **4**
- Gerente de una empresa con menos de 10 asalariados ..... **5**
- Capataz, supervisor o encargado ..... **6**
- Otro asalariado ..... **7**
- NS/NC ..... **8**

## CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL

**P.9.** ¿Fuma Ud. habitualmente? (*Entrevistador leer escala*)

- Sí, fumo de forma habitual ..... **1**
- No fumo, pero antes lo hacía de forma habitual..... **2**
- No fumo ni he fumado antes ..... **3 (Pasar a P.10)**

**P.9.a** ¿Cuánto tiempo ha fumado o lleva Ud. fumando?

- Menos de 1 año ..... **1**
- Entre 1 y 5 años ..... **2**
- Entre 5 y 10 años ..... **3**
- Entre 10 y 15 años..... **4**
- Más de 20 años ..... **5**

**P.9.b.** ¿Cuántos cigarrillos fuma Ud. al día?

- Menos de 5 cigarrillos..... **1**
- Entre 5 y 10 cigarrillos ..... **2**
- Entre 10 y 20 cigarrillos ..... **3**
- Más de 20 cigarrillos..... **4**

**P.10.** ¿Podría decirme qué cantidad de las bebidas siguientes suele consumir a la semana?

- Cerveza \_\_\_\_\_ bebidas a la semana (1 tubo=1 bebida)
- Vino \_\_\_\_\_ bebidas a la semana (1 vaso=1 bebida)
- Licores: \_\_\_\_\_ bebidas a la semana (1 cubata=3 bebidas)

## CONSUMO DE AGUA

P.11. ¿Qué tipo de agua bebe habitualmente?

- Agua del grifo..... 1
- Agua mineral..... 2 (Pasar a P.12)
- Ambas ..... 3

P. 11.a. ¿Qué tipo de agua del grifo?

- De la red..... 1
- De un pozo..... 2
- NS/NC .....99

P.12. ¿Qué tipo de agua utiliza para cocinar habitualmente?

- Agua del grifo..... 1
- Agua mineral..... 2 (Pasar a P.13)
- Ambas ..... 3

P.12.a. ¿Qué tipo de agua del grifo?

- De la red..... 1
- De un pozo..... 2
- Ns/Nc ..... 99

## ENFERMEDADES Y CONSUMO DE FÁRMACOS

P.13. ¿Padece actualmente alguna de estas enfermedades? (*Entrevistador mostrar tarjeta.*

*Respuesta múltiple)*

- Alergias crónicas ..... 1
- Artrosis o reumatismo ..... 2
- Bronquitis crónica ..... 3
- Asma ..... 4
- Diabetes ..... 5
- Migrañas/jaquecas ..... 6
- Trastornos cardiovasculares ..... 7
- Problemas nerviosos/depresión ..... 8
- Cataratas ..... 9
- Afecciones cutáneas(hiperqueratosis,hiper o hipopigmentación) ..... 10
- Sordera ..... 11
- Hipertensión ..... 12
- Colesterol ..... 13
- Úlcera de estómago/duodeno .....14
- Cirrosis hepática ..... 15
- Alteraciones renales (nefritis, nefrosis) ..... 16
- Trastornos de tiroides ..... 17
- Cáncer .....18
- Indicar tipo de cáncer (*entrevistador mostrar tarjeta*) \_\_\_\_\_
- Otras \_\_\_\_\_
- Ninguna ..... 97
- Ns/Nc ..... 99

## SÓLO MUJERES

**P.14.** ¿Está embarazada en la actualidad?

- Sí ..... 1
- No ..... 2

**P.15.** ¿Ha tenido alguna vez un aborto no provocado?

- Sí ..... 1
- No ..... 2
- Ns/Nc ..... 99

## A TODOS

**P.16.** ¿Está tomando actualmente algún medicamento?

- Sí ..... 1 (Pasar a P.16.a y P.16.b)
- No..... 2

**P.16.a.** ¿Qué tipo de medicamento?

- Medicamentos para la alergia..... 1
- Medicamentos para bajar el colesterol ..... 2
- Medicinas para el resfriado, gripe, garganta .... 3
- Medicinas para la hipertensión ..... 4
- Antibióticos ..... 5
- Antidepresivos ..... 6
- Tranquilizantes, pastillas para dormir ..... 7
- Medicinas para problemas de tiroides ..... 8
- Antiinflamatorios ..... 9
- Analgésicos ..... 10
- Medicamentos para alteraciones digestivas.... 11
- Medicamentos para la diabetes ..... 12
- (SÓLO MUJERES) Anticonceptivos orales ..... 13
- Reconstituyentes (vitaminas, minerales...) ..... 14
- Otros ..... 15

**P.16.b.** ¿Cuánto tiempo lleva U.d. con el tratamiento?

- Menos de 1 año ..... 1
- Entre 1 y 2 años ..... 2
- Entre 2 y 3 años ..... 3
- Entre 3 y 5 años..... 4
- Entre 5 y 10 años ..... 5
- Más de 10 años ..... 6

Dirección del entrevistado:

.....

Teléfono:

.....

Nombre y apellidos:

.....

Entrevistador:

.....

*(A rellenar en oficina)*

Depurador:

.....

Codificador:

.....

Tabulador:

**FECHA DE RECOGIDA**

**Día:-----**

**Mes:-----**

**Hora:-----**

## Cuestionario final

**P.1.** ¿Con qué frecuencia ha realizado Ud. en los últimos siete días ejercicio físico al aire libre, como correr, fútbol, tenis, etc? (*Entrevistador anotar en tabla*)

**P.2.** ¿Con qué frecuencia ha realizado Ud. en los últimos siete días desplazamientos a pie para ir a su trabajo, ir de compras o en su tiempo de ocio? (*Entrevistador anotar en tabla*)

**P.3.** ¿Con qué frecuencia ha realizado Ud. en los últimos siete días actividades de jardinería? (*Entrevistador anotar en tabla*)

**P.3.a.** ¿ Con qué frecuencia ha utilizado Ud. insecticidas o herbicidas en las labores de jardinería?

- Mucho .....1
- Poco ..... 2
- Nada ..... 3

**P.4.** ¿Con qué frecuencia ha realizado Ud. en los últimos siete días actividades de bricolaje? (*Entrevistador anotar en tabla*)

	<b>P.1.</b>	<b>P.2.</b>	<b>P.3.</b>	<b>P.4.</b>
<b>FRECUENCIAS</b>	<b>Ejercicio físico</b>	<b>Desplazamientos a pie</b>	<b>Jardinería</b>	<b>Bricolaje</b>
Nada	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1 (pasar a P.4.)</b>	<b>1</b>
Menos de 1 hora	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
De 1 a 2 horas	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
De 2 a 3 horas	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
De 3 a 4 horas	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
De 4 a 5 horas	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
De 6 a 6 horas	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
De 6 a 7 horas	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
Más de 7 horas	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

**P.5.** ¿Ha residido toda la semana en su domicilio habitual?

- Si.....(pasa a pregunta 6)
- No.....¿dónde residió? (completar debajo, lugar y número de días)

---

**P.6.** ¿Ha ido a trabajar esta semana?

- Si.....(pasa a pregunta 7)
- No.....(Fin del cuestionario)

## **ANEXO III: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

## RESULTADOS DEL ESTUDIO

### Caracterización de la población de estudio

#### Distribución de la muestra por municipio, sexo y edad.

**Tabla 1. Distribución de la muestra por municipio, sexo y edad.**

Municipio	edad							Total
	15 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69		
Granada	sexo hombre	10	18	16	13	11	10	78
	mujer	10	18	18	14	11	11	82
	Total	20	36	34	27	22	21	160
Córdoba	sexo hombre	13	24	23	14	13	10	97
	mujer	11	24	21	19	14	16	105
	Total	24	48	44	33	27	26	202
Sevilla	sexo hombre	27	53	44	36	30	25	215
	mujer	28	56	49	42	34	31	240
	Total	55	109	93	78	64	56	455
Huelva	sexo hombre	6	12	10	8	6	5	47
	mujer	6	12	10	8	6	5	47
	Total	12	24	20	16	12	10	94
Jaén	sexo hombre	6	11	2	6	6	4	35
	mujer	4	10	10	8	4	4	40
	Total	10	21	12	14	10	8	75
Almería	sexo hombre	6	14	11	9	8	6	54
	mujer	5	13	11	9	6	9	53
	Total	11	27	22	18	14	15	107
Cádiz	sexo hombre	6	11	9	8	6	5	45
	mujer	6	11	9	6	6	6	44
	Total	12	22	18	14	12	11	89
Málaga	sexo hombre	21	38	40	25	27	21	172
	mujer	22	40	38	32	22	25	179
	Total	43	78	78	57	49	46	351
Algeciras	sexo hombre	4	9	10	8	6	5	42
	mujer	5	12	10	8	6	5	46
	Total	9	21	20	16	12	10	88
La Línea	sexo hombre	3	6	6	5	4	3	27
	mujer	3	5	8	5	4	2	27
	Total	6	11	14	10	8	5	54
San Roque	sexo hombre	5	11	13	10	9	5	53
	mujer	5	11	13	11	7	5	52
	Total	10	22	26	21	16	10	105
Los Barrios	sexo hombre	4	9	9	8	6	4	40
	mujer	5	8	9	8	5	4	39
	Total	9	17	18	16	11	8	79
Castellar	sexo hombre	2	3	4	4	2	2	17
	mujer	1	3	2	1	2	1	10
	Total	3	6	6	5	4	3	27

Municipio	sexo	edad	edad					Total	
			15 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59		60 a 69
Jimena	hombre		1	3	2	1	2	1	10
	mujer		2	3	4	4	1	2	16
	Total		3	6	6	5	3	3	26
Tarifa	hombre		2	6	6	5	4	3	26
	mujer		2	6	6	6	3	4	27
	Total		4	12	12	11	7	7	53

La distribución de la población por grupos de edad y sexo es proporcional a la de la población de cada municipio.

### Características sociodemográficas

A continuación se muestran algunas características sociodemográficas, en función de la zona en la que se reside. Se hace especial mención a los casos en los que los resúmenes de estas características sean significativamente distintos según la zona estudiada.

**Tabla 2. Características de las zonas estudiadas con respecto al tiempo de residencia en el lugar**

Tiempo de residencia en el lugar	Menos de 10 años	Recuento	Zona de residencia			Total
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	
		% de Zona de residencia	8.6%	11.0%	11.9%	11.6%
	Más de 10 años	Recuento	64	322	1351	1737
Total		% de Zona de residencia	91.4%	89.0%	88.1%	88.4%
		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

**Tabla 3. Características de las zonas estudiadas con respecto al sexo**

sexo	hombre	Recuento	Zona de residencia			Total
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	
		% de Zona de residencia	51.4%	49.4%	48.3%	48.6%
	mujer	Recuento	34	183	793	1010
Total		% de Zona de residencia	48.6%	50.6%	51.7%	51.4%
		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

**Tabla 4. Características de las zonas estudiadas con respecto a la edad**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Edad	Entre 15 y 29 años	Recuento	22	117	551	690
		% de Zona de residencia	31.4%	32.3%	35.9%	35.1%
	Entre 30 y 59 años	Recuento	43	204	789	1036
		% de Zona de residencia	61.4%	56.4%	51.4%	52.7%
	Entre 60 y 69 años	Recuento	5	41	194	240
		% de Zona de residencia	7.1%	11.3%	12.6%	12.2%
Total		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

**Tabla 5. Características de las zonas estudiadas con respecto al estado civil**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Estado civil	Casado /a	Recuento	45	220	740	1005
		% de Zona de residencia	64.3%	60.8%	48.2%	51.1%
	Soltero/a	Recuento	20	114	650	784
		% de Zona de residencia	28.6%	31.5%	42.4%	39.9%
	Divorciado/a o separado/a	Recuento	2	5	78	85
		% de Zona de residencia	2.9%	1.4%	5.1%	4.3%
	Viviendo en pareja	Recuento	3	18	25	46
		% de Zona de residencia	4.3%	5.0%	1.6%	2.3%
	Viudo/a	Recuento	0	5	41	46
		% de Zona de residencia	.0%	1.4%	2.7%	2.3%
	Otros	Recuento	0	0	0	0
		% de Zona de residencia	.0%	.0%	.0%	.0%
Total		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

En el caso del estado civil, existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las zonas estudiadas

**Tabla 6. Características de las zonas estudiadas con respecto al nivel de estudios**

Nivel de escolaridad			Zona de residencia			Total
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	
No sabe leer ni escribir	Recuento		0	10	14	24
	% de Zona de residencia		.0%	2.8%	.9%	1.2%
Menos de primarios pero sabe leer /escribir	Recuento		2	47	158	207
	% de Zona de residencia		2.9%	13.0%	10.3%	10.5%
Primarios completos/EGB/FPI	Recuento		40	212	615	867
	% de Zona de residencia		57.1%	58.6%	40.1%	44.1%
BUP/COU/FPII	Recuento		19	61	413	493
	% de Zona de residencia		27.1%	16.9%	26.9%	25.1%
Estudios medios universitarios	Recuento		3	13	146	162
	% de Zona de residencia		4.3%	3.6%	9.5%	8.2%
Estudios superiores universitarios	Recuento		6	19	185	210
	% de Zona de residencia		8.6%	5.2%	12.1%	10.7%
Ns/Nc	Recuento		0	0	3	3
	% de Zona de residencia		.0%	.0%	.2%	.2%
Total	Recuento		70	362	1534	1966
	% de Zona de residencia		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Los niveles de escolaridad también son significativamente distintos entre las zonas estudiadas ( $p < 0.05$ ), aunque también es cierto que (al igual que con el estado civil) hay más del 20% de casillas en las tablas con valores esperados muy pequeños, por lo que se deben juzgar con cautela estas diferencias

**Tabla 7. Características de las zonas estudiadas con respecto a la situación laboral**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Situación laboral	Está empleado(Trabaja por cuenta ajena)	Recuento	38	165	604	807
		% de Zona de residencia	54.3%	45.6%	39.4%	41.1%
	Trabaja por cuenta propia	Recuento	4	13	126	143
		% de Zona de residencia	5.7%	3.6%	8.2%	7.3%
	Está parado	Recuento	4	31	169	204
		% de Zona de residencia	5.7%	8.6%	11.0%	10.4%
	Está jubilado/Pensionista	Recuento	6	35	123	164
		% de Zona de residencia	8.6%	9.7%	8.0%	8.3%
	Estudiante	Recuento	6	38	246	290
		% de Zona de residencia	8.6%	10.5%	16.0%	14.8%
	Ama de casa (exclusivamente)	Recuento	12	79	253	344
		% de Zona de residencia	17.1%	21.8%	16.5%	17.5%
	Incapacidad/ invalidez permanente	Recuento	0	1	12	13
		% de Zona de residencia	.0%	.3%	.8%	.7%
Total		Recuento	70	362	1533	1965
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Hay más estudiantes en las capitales. También hay más trabajadores (por cuenta propia o ajena) en el Campo de Gibraltar, tanto en las barriadas como en el resto. Además, estas diferencias son estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

### Características de exposición ocupacional

Las siguientes tablas muestran la exposición a productos de riesgo en el trabajo y el desempeño de algún trabajo de riesgo durante al menos un año (ver las listas de productos y trabajos en el cuestionario)

**Tabla 8. Exposición a productos de riesgo en el trabajo**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Expuesto a productos químicos en el trabajo	No	Recuento	62	313	1376	1751
		% de Zona de residencia	88.6%	86.5%	89.7%	89.1%
	Sí	Recuento	8	49	158	215
		% de Zona de residencia	11.4%	13.5%	10.3%	10.9%
Total		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

**Tabla 9. Exposición en algún trabajo de riesgo**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Ha desempeñado algún trabajo de exposición	No	Recuento	50	292	1244	1586
		% de Zona de residencia	71.4%	80.7%	81.1%	80.7%
	Sí	Recuento	20	70	290	380
		% de Zona de residencia	28.6%	19.3%	18.9%	19.3%
Total		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

En ninguna de las dos exposiciones anteriores se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de población estudiados

### Consumo de tabaco y alcohol

**Tabla 10. Consumo de tabaco según la zona estudiada**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Fuma habitualmente	No fumador	Recuento	27	166	743	936
		% de Zona de residencia	38.6%	45.9%	48.5%	47.6%
	Ex fumador	Recuento	16	69	237	322
		% de Zona de residencia	22.9%	19.1%	15.5%	16.4%
	Fumador	Recuento	27	127	553	707
		% de Zona de residencia	38.6%	35.1%	36.1%	36.0%
Total		Recuento	70	362	1533	1965
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

**Tabla 11. Consumo de alcohol según la zona estudiada**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Consumo de alcohol	Abstemio	Recuento	38	204	613	855
		% de Zona de residencia	54.3%	56.4%	40.0%	43.5%
	Ligero	Recuento	24	119	699	842
		% de Zona de residencia	34.3%	32.9%	45.6%	42.8%
	Moderado	Recuento	5	25	130	160
		% de Zona de residencia	7.1%	6.9%	8.5%	8.1%
	Alto	Recuento	2	11	45	58
		% de Zona de residencia	2.9%	3.0%	2.9%	3.0%
	Excesivo	Recuento	0	1	15	16
		% de Zona de residencia	.0%	.3%	1.0%	.8%
	Gran riesgo	Recuento	1	2	32	35
		% de Zona de residencia	1.4%	.6%	2.1%	1.8%
Total	Recuento	70	362	1534	1966	
	% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

Se observaron más abstemios en el Campo de Gibraltar (tanto en Barriadas como en el resto). Esta diferencia es estadísticamente significativa.

### Consumo de agua

El consumo de agua para beber del grifo es significativamente mayor en las capitales andaluzas, mientras que el uso de esta agua para cocinar es significativamente menor. Estos resultados pueden observarse en las dos siguientes tablas.

**Tabla 12. Tipo de agua consumida para beber en los sujetos estudiados**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Tipo de agua que bebe habitualmente	Agua del grifo	Recuento	20	150	1025	1195
		% de Zona de residencia	28.6%	41.4%	66.8%	60.8%
	Agua mineral	Recuento	48	164	395	607
		% de Zona de residencia	68.6%	45.3%	25.7%	30.9%
	Ambas	Recuento	2	48	114	164
		% de Zona de residencia	2.9%	13.3%	7.4%	8.3%
Total	Recuento	70	362	1534	1966	
	% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

**Tabla 13. Tipo de agua consumida para cocinar en los sujetos estudiados**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Tipo de agua que utiliza para cocinar	Agua del grifo	Recuento	67	347	1410	1824
		% de Zona de residencia	95.7%	95.9%	91.9%	92.7%
	Agua mineral	Recuento	2	9	101	112
		% de Zona de residencia	2.9%	2.5%	6.6%	5.7%
	Ambas	Recuento	1	6	24	31
		% de Zona de residencia	1.4%	1.7%	1.6%	1.6%
Total	Recuento		70	362	1535	1967
	% de Zona de residencia		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

## Enfermedades y consumo de fármacos

**Tabla 14. Padecimiento de enfermedades por parte de los participantes en el estudio**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Padece alguna enfermedad actualmente	No	Recuento	28	149	782	959
		% de Zona de residencia	40.0%	41.2%	51.0%	48.8%
	Sí	Recuento	42	213	752	1007
		% de Zona de residencia	60.0%	58.8%	49.0%	51.2%
Total	Recuento		70	362	1534	1966
	% de Zona de residencia		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Los participantes declaran padecer alguna enfermedad con mayor frecuencia ( $p < 0.05$ ) en todo en Campo de Gibraltar que en las capitales andaluzas

**Tabla 15. Consumo de algún medicamento por parte de los sujetos estudiados**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Toma medicamentos	No	Recuento	44	239	912	1195
		% de Zona de residencia	62.9%	66.0%	59.5%	60.8%
	Sí	Recuento	26	123	622	771
		% de Zona de residencia	37.1%	34.0%	40.5%	39.2%
Total	Recuento		70	362	1534	1966
	% de Zona de residencia		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

## Dieta durante la semana previa a la recogida de la muestra de orina

**Tabla 16. Consumo de alimentos**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Hortalizas y verduras frescas*	No	Recuento	1	7	68	76
		% de Zona de residencia	1.4%	1.9%	4.4%	3.9%
	Sí	Recuento	69	355	1466	1890
		% de Zona de residencia	98.6%	98.1%	95.6%	96.1%
Frutas frescas, zumos naturales	No	Recuento	12	44	236	292
		% de Zona de residencia	17.1%	12.2%	15.4%	14.9%
	Sí	Recuento	58	318	1296	1672
		% de Zona de residencia	82.9%	87.8%	84.6%	85.1%
Pescado fresco	No	Recuento	14	69	317	400
		% de Zona de residencia	20.0%	19.1%	20.7%	20.3%
	Sí	Recuento	56	293	1217	1566
		% de Zona de residencia	80.0%	80.9%	79.3%	79.7%
Pescado congelado	No	Recuento	39	194	851	1084
		% de Zona de residencia	55.7%	53.6%	55.5%	55.1%
	Sí	Recuento	31	168	683	882
		% de Zona de residencia	44.3%	46.4%	44.5%	44.9%
Marisco fresco*	No	Recuento	41	212	1008	1261
		% de Zona de residencia	58.6%	58.6%	65.7%	64.1%
	Sí	Recuento	29	150	526	705
		% de Zona de residencia	41.4%	41.4%	34.3%	35.9%
Marisco congelado	No	Recuento	60	287	1265	1612
		% de Zona de residencia	85.7%	79.3%	82.5%	82.0%
	Sí	Recuento	10	75	269	354
		% de Zona de residencia	14.3%	20.7%	17.5%	18.0%
Pescado y marisco en conserva*	No	Recuento	43	184	681	908
		% de Zona de residencia	61.4%	50.8%	44.4%	46.2%
	Sí	Recuento	27	178	853	1058
		% de Zona de residencia	38.6%	49.2%	55.6%	53.8%
Carnes	No	Recuento	0	7	31	38
		% de Zona de residencia	.0%	1.9%	2.0%	1.9%
	Sí	Recuento	70	355	1498	1923
		% de Zona de residencia	100.0%	98.1%	98.0%	98.1%
Derivados cárnicos (hígado, riñón, jamón, chorizo...)	No	Recuento	19	57	285	361
		% de Zona de residencia	27.1%	15.7%	18.6%	18.4%
	Sí	Recuento	51	305	1246	1602
		% de Zona de residencia	72.9%	84.3%	81.4%	81.6%

		Zona de residencia				
		Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total	
Legumbres y frutos secos	No	Recuento	18	105	517	640
		% de Zona de residencia	25.7%	29.1%	33.9%	32.7%
	Sí	Recuento	52	256	1010	1318
		% de Zona de residencia	74.3%	70.9%	66.1%	67.3%
Legumbres, verduras y frutas en conserva*	No	Recuento	29	175	502	706
		% de Zona de residencia	41.4%	48.3%	32.8%	36.0%
	Sí	Recuento	41	187	1028	1256
		% de Zona de residencia	58.6%	51.7%	67.2%	64.0%
Aceites y grasas	No	Recuento	10	75	330	415
		% de Zona de residencia	14.3%	20.7%	21.6%	21.2%
	Sí	Recuento	60	287	1197	1544
		% de Zona de residencia	85.7%	79.3%	78.4%	78.8%
Pan y dulces	No	Recuento	1	13	59	73
		% de Zona de residencia	1.4%	3.6%	3.9%	3.7%
	Sí	Recuento	69	349	1473	1891
		% de Zona de residencia	98.6%	96.4%	96.1%	96.3%
Lácteos	No	Recuento	1	11	52	64
		% de Zona de residencia	1.4%	3.0%	3.4%	3.3%
	Sí	Recuento	69	351	1480	1900
		% de Zona de residencia	98.6%	97.0%	96.6%	96.7%
Pastas, arroz y otros cereales	No	Recuento	5	30	118	153
		% de Zona de residencia	7.1%	8.3%	7.7%	7.8%
	Sí	Recuento	65	332	1414	1811
		% de Zona de residencia	92.9%	91.7%	92.3%	92.2%
Bebidas alcohólicas*	No	Recuento	37	242	848	1127
		% de Zona de residencia	52.9%	66.9%	55.3%	57.3%
	Sí	Recuento	33	120	686	839
		% de Zona de residencia	47.1%	33.1%	44.7%	42.7%
Bebidas no alcohólicas*	No	Recuento	0	35	218	253
		% de Zona de residencia	.0%	9.7%	14.2%	12.9%
	Sí	Recuento	70	327	1316	1713
		% de Zona de residencia	100.0%	90.3%	85.8%	87.1%
Huevos*	No	Recuento	7	38	482	527
		% de Zona de residencia	10.0%	10.5%	31.4%	26.8%
	Sí	Recuento	63	324	1052	1439
		% de Zona de residencia	90.0%	89.5%	68.6%	73.2%

Los alimentos marcado con un asterisco indican que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre las distintas zonas estudiadas. En las zonas del Campo de Gibraltar se consumen más hortalizas y verduras frescas, mariscos frescos, y huevos, mientras que en las capitales andaluzas se consumen más pescados y mariscos en conserva, legumbres, verduras y frutas en conserva.

### Actividades de ocio durante la semana previa a la muestra de orina

En el ejercicio físico, la jardinería y el bricolaje se encuentran diferencias significativas entre las distintas zonas estudiadas.

**Tabla 17. Ejercicio físico declarado por los sujetos estudiados**

		Zona de residencia				
		Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total	
Ejercicio físico	No	Recuento	56	282	1007	1345
		% de Zona de residencia	80.0%	77.9%	65.6%	68.4%
	Sí	Recuento	14	80	527	621
		% de Zona de residencia	20.0%	22.1%	34.4%	31.6%
Total	Recuento	70	362	1534	1966	
	% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

**Tabla 18. Desplazamientos a pie**

		Zona de residencia				
		Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total	
Desplazamientos a pie	No	Recuento	4	23	97	124
		% de Zona de residencia	5.7%	6.4%	6.3%	6.3%
	Sí	Recuento	66	339	1437	1842
		% de Zona de residencia	94.3%	93.6%	93.7%	93.7%
Total	Recuento	70	362	1534	1966	
	% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

**Tabla 19. Tareas de jardinería**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Jardinería	No	Recuento	69	347	1363	1779
		% de Zona de residencia	98.6%	95.9%	88.9%	90.5%
	Sí	Recuento	1	15	171	187
		% de Zona de residencia	1.4%	4.1%	11.1%	9.5%
Total		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

**Tabla 20. Uso de herbicidas o insecticidas en jardinería**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Uso de herbicidas o insecticidas en jardinería	No	Recuento	70	356	1482	1908
		% de Zona de residencia	100.0%	98.3%	96.6%	97.0%
	Sí	Recuento	0	6	52	58
		% de Zona de residencia	.0%	1.7%	3.4%	3.0%
Total		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

**Tabla 21. Tareas de bricolaje realizadas**

			Zona de residencia			
			Barriadas del Campo de Gibraltar	Resto del Campo de Gibraltar	Capitales andaluzas	Total
Bricolaje	No	Recuento	68	347	1367	1782
		% de Zona de residencia	97.1%	95.9%	89.1%	90.6%
	Sí	Recuento	2	15	167	184
		% de Zona de residencia	2.9%	4.1%	10.9%	9.4%
Total		Recuento	70	362	1534	1966
		% de Zona de residencia	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

## Consideraciones sobre las concentraciones de metales en orina

Los límites de detección de las concentraciones absolutas de los metales analizados que se utilizaron en este estudio fueron:

Para el Níquel:	1.0	µg/ L
Para el Cadmio:	0.03	µg/ L
Para el Cromo:	0.5	µg/ L

Cuando en una muestra las concentraciones del metal en orina están por debajo del límite de detección, se asignó una concentración del metal equivalente a la mitad del límite de detección, metodología habitualmente utilizada (NCEH, 2005). Esta corrección hubo que realizarla en 94 ocasiones (4.8% de los casos) para el cadmio, en 1437 ocasiones (73.1% de los casos) para el cromo y en 1060 ocasiones (54% de los casos) para el níquel. Las muestras que estuvieron por encima del límite de detección se repartieron, según las zonas estudiadas de la siguiente manera:

Tabla	valores > lim detección			
	cadmio	cromo	níquel	total muestra
Barriadas del Campo de Gibraltar	n 70	12	14	70
	% 100.00%	17.14%	20.00%	100.00%
Resto del Campo de Gibraltar	n 321	73	61	362
	% 88.67%	20.17%	16.85%	100.00%
Capitales andaluzas	n 1481	444	828	1534
	% 96.54%	28.94%	53.98%	100.00%
Total muestra	n 1872	529	903	1966
	% 95.22%	26.91%	45.93%	100.00%

Para evaluar el posible efecto de la inclusión o no del límite de detección como factor de corrección, los análisis (valores medios de las concentraciones de los metales en orina y regresiones, tanto lineal como logística) se realizaron dos veces: una incluyendo los valores por debajo del límite de detección, y otra obviándolos (se trataron los valores por debajo del límite de detección como valores perdidos). Los resultados no varían para el cadmio. Para el cromo y el níquel, las concentraciones medias disminuyen al considerar como valores nulos a todos los valores por debajo de los límites de detección.

### Cadmio

#### Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Cadmio en orina

A continuación se presentan los resultados de las concentraciones de metales según la zona, Barriadas del Campo (incluyendo Campamento, Palmones y Puente Mayorga), Resto del Campo de Gibraltar, Y Capitales Andaluzas.

**Tabla 22. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g/g}$  de creatinina) respecto a la zona estudiada**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	P95
						Límite inferior	Límite superior			
Barriadas del Campo de Gibraltar	70	1.0616	.9537	.53662	.06414	.9336	1.1895	.34	3.69	1.9625
Resto del Campo de Gibraltar	362	.7773	.4237	1.20165	.06316	.6531	.9015	.01	19.53	1.9154
Capitales andaluzas	1534	.7269	.5514	.55734	.01423	.6990	.7548	.01	5.65	1.7412
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53	1.7878

Existen diferencias significativas de la concentración de cadmio según la zona. En las Barriadas del Campo la concentración es mayor que en el Resto del Campo de Gibraltar y que en las Capitales Andaluzas.

Para examinar si la distribución del cadmio en orina en las tres barriadas era homogénea o no, se procedió a desagregar el análisis según barriadas.

**Tabla 22b. Concentraciones de cadmio en las barriadas del Campo**

Cd ( $\mu\text{g/g}$ creatinina)	N	Media	DT	IC 95% media		P95	Media Geom.
				lim inf	lim sup		
Campamento	26	0.94	0.55	0.72	1.16	2.29	0.81
Puente Mayorga	26	1.29	0.61	1.04	1.53	3.08	1.18
Palmones	18	0.92	0.26	0.79	1.04	1.33	0.88

En Puente Mayorga es donde las concentraciones de Cadmio son significativamente superiores, con respecto al Resto del Campo y a las Capitales Andaluzas. En Campamento y Palmones, aun cuando las concentraciones medias son superiores a las del Resto del Campo y de las Capitales, las diferencias no son estadísticamente significativas.

En los siguientes resultados, sólo se comentan las diferencias significativas.

**Tabla 23. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g/g}$  de creatinina) respecto a la edad**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
15 a 19	230	.5186	.4027	.33296	.02194	.4754	.5619	.01	2.56
20 a 29	460	.5732	.4365	.36938	.01723	.5393	.6070	.01	2.45
30 a 39	421	.6793	.5262	.47302	.02305	.6340	.7246	.01	5.09
40 a 49	342	.8823	.6196	.71497	.03864	.8063	.9583	.01	5.65
50 a 59	273	1.0184	.7652	.73324	.04440	.9310	1.1058	.01	6.79
60 a 69	240	.9260	.5826	1.38964	.08978	.7491	1.1028	.01	19.53
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

Salvando el grupo de mayor edad, la tendencia es que a mayor edad, mayor es la concentración de cadmio. Además, en al menos dos grupos de edad, las diferencias de concentraciones son significativas.

**Tabla 24. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al sexo**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
hombre	956	.7415	.5214	.84255	.02725	.6881	.7950	.01	19.53
mujer	1010	.7543	.5495	.58660	.01846	.7181	.7905	.01	5.65
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

**Tabla 25. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al tiempo de residencia en la zona**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Entre 1 y 5 años	149	.6490	.4646	.48697	.03992	.5702	.7279	.01	2.93
Entre 5 y 10 años	80	.7019	.4564	.63362	.07091	.5608	.8431	.01	3.76
Más de 10 años	1737	.7587	.5462	.74227	.01781	.7238	.7937	.01	19.53
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

**Tabla 26. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto a la exposición a productos químicos en el puesto de trabajo (ver listado en el cuestionario)**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1751	.7482	.5367	.73693	.01761	.7137	.7828	.01	19.53
Si	215	.7472	.5271	.59099	.04035	.6677	.8267	.01	3.76
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

**Tabla 27. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto a haber desarrollado algún trabajo de riesgo (ver listado en el cuestionario)**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1586	.7385		.74959	.01882	.7015	.7754	.01	19.53
Si	380	.7885		.59420	.03049	.7285	.8484	.01	4.86
Total	1966	.7481		.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

**Tabla 28. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al hábito tabáquico.**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No fumador	936	.6383	.4601	.49726	.01625	.6064	.6702	.01	5.09
Ex fumador	322	.8362	.6143	.62554	.03484	.7676	.9047	.01	4.86
Fumador	707	.8534	.6153	.95684	.03598	.7828	.9241	.01	19.53
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

Las concentraciones de cadmio son significativamente ( $p < 0.05$ ) mayores en los fumadores y ex-fumadores que en los que nunca han fumado.

**Tabla 29. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) con respecto al consumo de alcohol**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Abstemio	855	.7162	.5203	.58459	.01999	.6769	.7554	.01	6.79
Ligero	842	.7648	.5539	.60030	.02069	.7242	.8054	.01	5.09
Moderado	160	.8107	.5118	1.56260	.12359	.5666	1.0548	.01	19.53
Alto	58	.7315	.5140	.62974	.08251	.5663	.8968	.01	4.15
Excesivo	16	.5363	.4135	.34021	.08521	.3546	.7180	.10	1.06
Gran riesgo	35	.9638	.7189	.63881	.10756	.7453	1.1823	.05	2.20
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

**Tabla 30. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) con respecto al consumo de agua para beber**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Agua del grifo	1195	.7755	.5693	.80444	.02327	.7298	.8211	.01	19.53
Agua mineral	607	.7171	.4893	.58198	.02362	.6707	.7635	.01	4.15
Ambas	164	.6637	.4800	.52387	.04091	.5829	.7445	.01	3.65
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

Las siguientes tablas (31, 32, 33 y 34) muestran las diferencias estadísticamente significativas para el consumo de ciertos alimentos en la concentración de cadmio. Puede observarse que los que consumen pescado fresco, legumbres, frutos secos y bebidas alcohólicas tienen mayor concentración de cadmio.

**Tabla 31. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) con respecto al consumo o no de pescado fresco**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	400	.6371	.4605	.44380	.02219	.5935	.6808	.01	2.56
Si	1566	.7764	.5566	.77518	.01959	.7380	.8148	.01	19.53
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7161	.7800	.01	19.53

**Tabla 32. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) con respecto al consumo o no de marisco congelado**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1612	.7630	.5378	.77417	.01928	.7252	.8009	.01	19.53
Si	354	.6801	.5258	.40364	.02146	.6379	.7223	.01	2.85
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

**Tabla 33. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) con respecto al consumo o no de legumbres y frutos secos**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	640	.6675	.4989	.47762	.01888	.6304	.7046	.01	4.86
Si	1318	.7858	.5530	.81315	.02240	.7419	.8298	.01	19.53
Total	1958	.7472	.5347	.72288	.01634	.7151	.7792	.01	19.53

**Tabla 34. Concentración de cadmio ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) con respecto al consumo o no de bebidas alcohólicas**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1127	.7149	.5236	.57687	.01719	.6811	.7486	.01	6.79
Si	839	.7927	.5522	.87894	.03034	.7332	.8523	.01	19.53
Total	1966	.7481	.5356	.72231	.01629	.7162	.7801	.01	19.53

## Análisis multivariante: regresión lineal múltiple

El modelo final de regresión fue el que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 35. Modelo de regresión lineal para el logaritmo de la concentración de cadmio**

Modelo	Coeficientes		Sig.
	B	Error típ.	
(Constante)	-.522	.062	.000
Sexo (mujer/hombre)	.022	.019	.249
Edad (30-59/15-29)	.108	.021	.000
Edad (60-69/15-29)	.042	.034	.214
Zona de residencia (Barriadas Campo/Capitales andaluzas)	.235	.049	.000
Zona de Residencia (Campamento/Capitales Andaluzas)	.178	.079	.024
Zona de Residencia (Puente Mayorga/Capitales Andaluzas)	.305	.079	.000
Zona de Residencia (Palmones/Capitales Andaluzas)	.218	.094	.020
Zona de residencia (Resto Campo/Capitales andaluzas)	-.104	.024	.000
Tiempo de residencia (5-10/1-5)	-.023	.055	.676
Tiempo de residencia (+10/1-5)	.038	.034	.264
Agua (grifo/mineral)	.064	.020	.002
Agua (grifo+mineral/mineral)	.011	.035	.764
Ejercicio físico (Sí/No)	-.018	.021	.373
Desplazamientos a pie (Sí/No)	-.015	.037	.686
Jardinería (Sí/No)	-.007	.033	.821
Bricolaje (Sí/No)	-.055	.033	.096
Artrosis o reumatismo	.110	.036	.002
Hipertensión	.114	.037	.002
Transtornos cardiovasculares	.100	.044	.023
Bronquitis crónica	.126	.059	.032
Fuma (ex-fumador/no fumador)	.083	.026	.002
Fuma (fumador/no fumador)	.118	.021	.000
Pescado fresco	.049	.023	.031

En el anterior modelo, residir en las Barriadas implica tener una concentración de cadmio significativamente superior a las capitales andaluzas, ajustando por otras covariables. Asimismo, estar en el grupo de edad de 30 a 59 años, y padecer artrosis o reumatismo, hipertensión, trastornos cardiovasculares o bronquitis crónica implican concentraciones significativamente superiores del metal.

### Análisis multivariante: regresión logística

En los modelos de regresión logística, la Odds Ratio (OR) es la exponencial de cada coeficiente (Exp(B)). La magnitud de la OR representa la posibilidad de contar con la característica en cuestión, en comparación a no tenerla. En este estudio, la magnitud de la OR se interpreta como la posibilidad de tener una concentración de cadmios igual o superior al percentil 95, entre los que tienen la característica en cuestión en comparación con las que no la tienen.

**Tabla 36. Modelo de regresión logística para la concentración de cadmio**

	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95.0% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
vl_sexo	.244	.303	1.277	.802	2.032
vl_edad2	1.198	.001	3.314	1.647	6.667
vl_edad3	1.486	.001	4.420	1.884	10.372
vl_zona1	.707	.139	2.028	.794	5.181
vl_zona2	.311	.291	1.364	.767	2.428
vl_t_residencia3	-.421	.595	.656	.139	3.106
vl_t_residencia4	.120	.792	1.128	.461	2.759
vl_agua1	.119	.633	1.127	.690	1.839
vl_agua3	-.243	.615	.784	.304	2.025
vl_e1	.154	.555	1.167	.699	1.947
vl_e2	-.480	.227	.619	.284	1.347
vl_e3	-.006	.988	.994	.493	2.007
vl_e4	.160	.667	1.174	.565	2.438
vl_fuma1	.469	.156	1.598	.837	3.053
vl_fuma2	.933	.001	2.541	1.496	4.316
P13.3	1.287	.003	3.622	1.539	8.523
P13.7	.726	.053	2.066	.990	4.310
v_comida_rec_6	-1.638	.001	.194	.075	.506
v_comida_rec_10	.844	.003	2.326	1.321	4.098
x6_27	1.645	.029	5.180	1.178	22.770
Constante	-5.247	.000	.005		

siendo,

---

vl\_sexo = sexo (mujer/hombre)  
 vl\_edad2 = edad (30-59/15-29)  
 vl\_edad3 = (60-69/15-29)  
 vl\_zona1 = (Barriadas/Capitales)  
 vl\_zona2 = (Resto Campo/Capitales)  
 vl\_t\_residencia3 = tiempo de residencia (5-10/1-5)  
 vl\_t\_residencia4 = tiempo de residencia (+10/1-5)  
 vl\_agua1= Agua consumida (grifo/mineral)  
 vl\_agua3 = Agua consumida (grifo+mineral/mineral)  
 vl\_e1 = Ejercicio físico (Sí/No)  
 vl\_e2 = Desplazamientos a pie (Sí/No)  
 vl\_e3 = Jardinería (Sí/No)  
 vl\_e4 = Bricolaje (Sí/No)  
 vl\_fuma1=(exfumador/no fumador)  
 vl\_fuma2=(fumador/no fumador)  
 P13.3= Bronquitis crónica (Sí/No)  
 P13.7= Trastornos cardiovasculares (Sí/No)  
 v\_comida\_rec\_6 = Consumo de marisco congelado (Sí/No)  
 v\_comida\_rec\_10 = Consumo de legumbres y frutos secos (Sí/No)  
 X6\_27= Astilleros: Construcción naval (Sí/No)

---

Residir en las barriadas aumenta ligeramente (OR=2,028) pero no significativamente la probabilidad de tener una concentración de cadmio superior o igual al percentil 95. En el modelo de regresión logística aparecen como significativas la edad (con OR's para los dos grupos por encima de 3), el consumo de tabaco, además del padecimiento de bronquitis crónica y trastornos cardiovasculares, y el consumo de frutos secos y legumbres. Las personas que han trabajado en astilleros tienen una probabilidad 5,180 veces superior de tener una concentración igual o superior al percentil 95 de cadmio en orina, en comparación a los que nunca han trabajado en astilleros.

## Cromo

### Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Cromo en orina

**Tabla 37. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto a la zona estudiada**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	P95
						Límite inferior	Límite superior			
Barriadas del Campo de Gibraltar	70	.4691	.3470	.64067	.07657	.3163	.6218	.16	4.92	1.3639
Resto del Campo de Gibraltar	362	.6517	.3582	2.32536	.12222	.4113	.8920	.07	41.08	1.6432
Capitales andaluzas	1534	.8165	.4105	2.59943	.06637	.6863	.9467	.07	55.02	2.3016
Total	1966	.7738	.3980	2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02	2.1813

No existen diferencias significativas en las concentraciones de cromo según zona de residencia.

**Tabla 37b. Concentraciones de cromo en las barriadas del Campo**

Cr (µg/g creatinina)	N	Media	DT	IC 95% media		P95	Media Geom.
				lim inf	lim sup		
Campamento	26	0.56	0.94	0.18	0.95	3.78	0.36
Puente Mayorga	26	0.41	0.43	0.24	0.59	1.81	0.33
Palmones	18	0.41	0.25	0.28	0.54	1.11	0.36

No existen diferencias significativas en las concentraciones de cromo según zona de residencia.

**Tabla 38. Concentración de cromo (µg/ g de creatinina) respecto a la edad de los sujetos estudiados**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
15 a 19	230	.5157	.3518	.58849	.03877	.4393	.5921	.08	3.87
20 a 29	460	.5939	.3134	2.12310	.09901	.3993	.7884	.07	41.08
30 a 39	421	.6741	.3763	1.45267	.07078	.5349	.8132	.08	15.46
40 a 49	342	1.0131	.4396	3.21675	.17386	.6711	1.3550	.12	34.14
50 a 59	273	.8318	.4811	1.83128	.11088	.6135	1.0500	.13	21.37
60 a 69	240	1.1347	.5464	4.48088	.28950	.5644	1.7050	.10	55.02
Total	1966	.7738	.3980	2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02

Existen diferencias significativas en al menos, dos de los grupos de edad estudiados

**Tabla 39. Concentración de cromo (µg/ g de creatinina) respecto al sexo**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
hombre	956	.7035	.3449	2.37052	.07667	.5531	.8540	.07	41.08
mujer	1010	.8403	.4557	2.62975	.08274	.6779	1.0027	.07	55.02
Total	1966	.7738	.3980	2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02

**Tabla 40. Concentración de cromo (µg/ g de creatinina) respecto al tiempo de residencia en el lugar**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Entre 1 y 5 años	149	.7588	.3462	3.39053	.27793	.2096	1.3081	.08	41.08
Entre 5 y 10 años	80	1.1600	.4859	3.06346	.34286	.4776	1.8425	.13	21.37
Más de 10 años	1737	.7573	.3991	2.38805	.05729	.6450	.8697	.07	55.02
Total	1966	.7738	.3980	2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02

**Tabla 41. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto a la exposición a productos químicos en el puesto de trabajo (ver listado en el cuestionario)**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1751	.7857	.4012	2.61651	.06252	.6631	.9084	.07	55.02
Sí	215	.6764	.3726	1.31199	.08957	.4998	.8529	.08	12.03
Total	1966	.7738	.3980	2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02

**Tabla 42. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto a haber desarrollado algún trabajo de riesgo (ver listado en el cuestionario)**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1586	.7568		2.44240	.06133	.6365	.8771	.07	55.02
Sí	380	.8446		2.76451	.14185	.5657	1.1235	.08	34.14
Total	1966	.7738		2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02

**Tabla 43. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al hábito tabáquico**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No fumador	936	.7352	.3941	2.63528	.08612	.5662	.9042	.07	55.02
Ex fumador	322	.7224	.4157	1.29119	.07190	.5809	.8639	.10	12.03
Fumador	707	.8483	.3951	2.74361	.10318	.6457	1.0509	.07	41.08
Total	1966	.7738	.3980	2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02

**Tabla 44. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de alcohol**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Abstemio	855	.7477	.4117	2.54029	.08687	.5772	.9182	.08	55.02
Ligero	842	.7418	.4006	2.09746	.07230	.5999	.8837	.07	41.08
Moderado	160	.8189	.3313	2.66834	.21105	.4020	1.2357	.10	21.37
Alto	58	.8219	.3280	2.11504	.27713	.2670	1.3768	.10	12.63
Excesivo	16	.5878	.4246	.50881	.12744	.3161	.8595	.15	1.67
Gran riesgo	35	1.9703	.4578	7.04292	1.18581	-.4388	4.3795	.09	34.14
Total	1966	.7738	.3980	2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02

**Tabla 45. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de agua**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Agua del grifo	1195	.7780	.4157	2.21570	.06410	.6522	.9038	.07	41.08
Agua mineral	607	.7664	.3731	3.11488	.12640	.5181	1.0146	.08	55.02
Ambas	164	.7705	.3676	1.93526	.15114	.4721	1.0689	.07	15.46
Total	1966	.7738	.3980	2.50735	.05655	.6629	.8847	.07	55.02

Las siguientes tablas muestran las diferencias significativas de concentración de cromo respecto al consumo de ciertos alimentos. Los que consumieron durante la semana anterior a la recogida de la muestra aceites, grasas y lácteos tienen menor concentración de cromo, mientras que los que consumieron legumbres y frutos secos la tienen mayor.

**Tabla 46. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de legumbres y frutos secos**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	640	.5998	.3717	1.04501	.04131	.5187	.6809	.07	15.46
Sí	1318	.8606	.4118	2.97064	.08182	.7001	1.0211	.07	55.02
Total	1958	.7753	.3982	2.51208	.05677	.6640	.8867	.07	55.02

**Tabla 47. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de aceites y grasas**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	415	1.0757	.4266	4.18835	.20557	.6716	1.4798	.08	55.02
Sí	1544	.6942	.3909	1.80711	.04598	.6040	.7844	.07	34.14
Total	1960	.7750	.3982	2.51135	.05673	.6638	.8863	.07	55.02

**Tabla 48. Concentración de cromo ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de lácteos**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	64	1.4743	.5308	5.23791	.65400	.1675	2.7812	.10	34.14
Sí	1900	.7506	.3943	2.36112	.05416	.6444	.8568	.07	55.02
Total	1964	.7742	.3981	2.50832	.05659	.6632	.8852	.07	55.02

## Análisis multivariante: regresión lineal múltiple

El modelo final de regresión fue el que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 49. Modelo de regresión lineal para el logaritmo de la concentración de cromo**

Modelo	Coeficientes		Sig.
	B	Error típ.	
(Constante)	-.688	.076	.000
Sexo (mujer/hombre)	.128	.018	.000
Edad (30-59/15-29)	.127	.020	.000
Edad (60-69/15-29)	.218	.031	.000
Zona de residencia (Barriadas Campo/Capitales andaluzas)	-.062	.050	.214
Zona de Residencia (Campamento/Capitales Andaluzas)	-.033	.077	.668
Zona de Residencia (Puente Mayorga/Capitales Andaluzas)	-.144	.086	.095
Zona de Residencia (Palmones/Capitales Andaluzas)	-.010	.093	.916
Zona de residencia (Resto Campo/Capitales andaluzas)	-.060	.025	.017
Tiempo de residencia (5-10/1-5)	.148	.053	.005
Tiempo de residencia (+10/1-5)	.046	.033	.162
Agua (grifo/mineral)	.038	.020	.058
Agua (grifo+mineral/mineral)	-.009	.035	.795
Ejercicio físico (Sí/No)	.009	.020	.645
Desplazamientos a pie (Sí/No)	.079	.036	.030
Jardinería (Sí/No)	-.069	.032	.030
Bricolaje (Sí/No)	.026	.032	.406
Transtornos cardiovasculares	.086	.043	.045
Aceites y grasas	-.053	.022	.014
Marisco congelado	-.054	.023	.018
Lácteos	-.108	.049	.029
Astilleros(construcción naval)	.349	.112	.002

Residir en las barriadas o en el resto del Campo no implica tener una mayor concentración de cromo en orina, ajustando por otras covariables. Las mujeres, los sujetos de mayor edad, los que realizan desplazamientos a pie, o los que han trabajado en astilleros tienen significativamente mayores niveles de cromo. Los sujetos que han consumido aceites y grasas, marisco congelado

y lácteos, durante la semana anterior a la toma de muestras tienen concentraciones significativamente inferiores de cromo.

### Análisis multivariante: regresión logística

**Tabla 50. Modelo de regresión logística para la concentración de cromo**

	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95.0% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
vl_sexo	.242	.277	1.274	.823	1.971
vl_edad2	.972	.001	2.642	1.528	4.568
vl_edad3	1.264	.000	3.539	1.757	7.126
vl_zona1	-.641	.386	.527	.124	2.242
vl_zona2	-.531	.102	.588	.311	1.111
vl_t_residencia3	1.447	.021	4.250	1.240	14.565
vl_t_residencia4	.503	.321	1.654	.612	4.467
vl_agua1	.144	.562	1.155	.709	1.882
vl_agua3	.249	.551	1.283	.566	2.909
vl_e1	.113	.645	1.120	.693	1.810
vl_e2	.444	.370	1.559	.590	4.121
vl_e3	-1.524	.006	.218	.074	.644
vl_e4	.574	.092	1.776	.910	3.465
v_comida_rec_6	-.662	.057	.516	.261	1.019
v_comida_rec_12	-.525	.026	.591	.373	.938
Constante	-4.552	.000	.011		

donde,

---

vl_sexo = sexo (mujer/hombre)
vl_edad2 = edad (30-59/15-29)
vl_edad3 = (60-69/15-29)
vl_zona1 = (Barriadas/Capitales)
vl_zona2 = (Resto Campo/Capitales)
vl_t_residencia3 = tiempo de residencia (5-10/1-5)
vl_t_residencia4 = tiempo de residencia (+10/1-5)
vl_agua1 = Agua consumida (grifo/mineral)
vl_agua3 = Agua consumida (grifo+mineral/mineral)
vl_e1 = Ejercicio físico (Sí/No)
vl_e2 = Desplazamientos a pie (Sí/No)
vl_e3 = Jardinería (Sí/No)
vl_e4 = Bricolaje (Sí/No)
V_comida_rec_6 = Consuno de marisco congelado (Sí/No)
V_comida_rec_12 = Aceites y grasas (Sí/No)

---

La probabilidad de tener unos niveles de cromo iguales o superiores al percentil 95 es significativamente más alta a mayor edad. Son inferiores entre los que consumieron marisco congelado y aceites y grasas.

## Níquel

### Análisis descriptivo y comparativo de las concentraciones de Níquel en orina

**Tabla 51. Concentración de níquel ( $\mu\text{g/g}$  de creatinina) respecto a la zona estudiada**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	P95
						Límite inferior	Límite superior			
Barriadas del Campo de Gibraltar	70	1.0328	.7489	1.05808	.12646	.7805	1.2851	.30	5.35	3.6406
Resto del Campo de Gibraltar	362	1.4346	.7411	3.23633	.17010	1.1001	1.7691	.15	32.66	5.6650
Capitales andaluzas	1531	2.7813	1.4772	4.80278	.12277	2.5405	3.0221	.17	61.00	8.3243
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00	7.7320

En las capitales andaluzas las concentraciones de níquel son significativamente mayores que en las Barriadas y que en el resto del Campo de Gibraltar.

**Tabla 51b. Concentraciones de níquel en las barriadas del Campo**

Ni ( $\mu\text{g/g}$ creatinina)	N	Media	DT	IC 95% media		P95	Media Geom.
				lim inf	lim sup		
Campamento	26	0.95	0.81	0.63	1.28	3.06	0.73
Puente Mayorga	26	1.26	1.42	0.68	1.83	5.26	0.82
Palmones	18	0.83	0.7	0.48	1.17	2.73	0.67

Entre las barriadas del Campo, en Puente Mayorga es donde se dan las mayores concentraciones de Níquel. Las diferencias sin embargo no son significativas, y son significativamente inferiores a las de las capitales andaluzas.

**Tabla 52. Concentración de níquel ( $\mu\text{g/g}$  de creatinina) respecto a la edad**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
15 a 19	229	2.1238	1.2542	2.40550	.15905	1.8104	2.4372	.16	16.59
20 a 29	458	2.3589	1.2378	3.41783	.15969	2.0450	2.6727	.15	30.90
30 a 39	421	2.3539	1.1567	4.63156	.22572	1.9102	2.7976	.16	49.94
40 a 49	342	3.1010	1.3589	6.10777	.33012	2.4517	3.7504	.24	44.61
50 a 59	273	2.2583	1.3040	4.88821	.29596	1.6756	2.8410	.26	61.00
60 a 69	240	2.5608	1.3976	4.45581	.28788	1.9937	3.1279	.30	41.60
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

**Tabla 53. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al sexo**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
hombre	954	2.0815	1.0888	3.71383	.12023	1.8456	2.3175	.15	44.61
mujer	1008	2.8386	1.4683	5.11863	.16120	2.5223	3.1550	.17	61.00
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

Las mujeres presentan concentraciones de níquel mayores que las de los hombres.

**Tabla 54. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al tiempo de residencia en el lugar**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Entre 1 y 5 años	149	2.1649	1.1665	3.31132	.27143	1.6285	2.7013	.16	32.42
Entre 5 y 10 años	80	3.6845	1.4335	8.09535	.90602	1.8810	5.4879	.16	49.94
Más de 10 años	1734	2.4409	1.2717	4.35727	.10464	2.2356	2.6461	.15	61.00
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

También se aprecian diferencias significativas con la variable tiempo de residencia.

**Tabla 55. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto a la exposición a productos químicos en el puesto de trabajo (ver listado en el cuestionario)**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1748	2.4634	1.2927	4.31748	.10327	2.2609	2.6660	.15	61.00
Sí	215	2.5285	1.0957	5.82843	.39789	1.7442	3.3128	.16	44.61
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

**Tabla 56. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto a haber desarrollado algún trabajo de riesgo (ver listado en el cuestionario)**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1583	2.4278		4.30254	.10815	2.2157	2.6399	.15	61.00
Sí	380	2.6486		5.27107	.27047	2.1168	3.1804	.16	44.61
Total	1963	2.4705		4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

**Tabla 57. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al hábito tabáquico**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No fumador	935	2.3580	1.2861	3.64097	.11909	2.1243	2.5917	.15	41.60
Ex fumador	322	2.3548	1.2337	5.15374	.28701	1.7902	2.9195	.17	61.00
Fumador	705	2.6725	1.2645	5.17447	.19483	2.2900	3.0550	.16	49.94
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

**Tabla 58. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de alcohol**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Abstemio	853	2.2397	1.2139	3.43265	.11752	2.0090	2.4704	.16	36.26
Ligero	840	2.7232	1.3700	5.39592	.18617	2.3578	3.0887	.15	61.00
Moderado	160	2.2246	1.1269	4.03384	.31905	1.5945	2.8548	.24	28.86
Alto	58	2.7110	1.1641	5.22743	.68495	1.3395	4.0824	.26	28.96
Excesivo	16	3.8364	2.3499	3.80874	.95396	1.8024	5.8704	.32	11.57
Gran riesgo	35	2.1357	.9193	4.94451	.83251	.4443	3.8270	.18	24.30
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

**Tabla 59. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de agua**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Agua del grifo	1191	2.8323	1.4281	5.21712	.15115	2.5358	3.1289	.16	61.00
Agua mineral	607	1.8268	1.0443	2.78939	.11320	1.6044	2.0491	.16	28.96
Ambas	164	2.2255	1.1128	3.74543	.29251	1.6479	2.8031	.15	30.90
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

Los sujetos estudiados que consumieron agua del grifo (exclusivamente o también con agua mineral) presentaron concentraciones de níquel significativamente mayores.

Las siguientes tablas muestran las concentraciones de níquel cuando éstas fueron significativamente distintas respecto al consumo de algunos alimentos. Los sujetos que consumieron pescado congelado, marisco congelado, pescado y marisco en conserva, aceites y grasas, lácteos y bebidas alcohólicas presentaron unas concentraciones de níquel inferiores a los que no los consumieron.

**Tabla 60. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de pescado congelado**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1082	2.6579		4.90611	.14913	2.3653	2.9505	.15	61.00
Sí	880	2.2403		3.94899	.13311	1.9791	2.5016	.16	49.94
Total	1962	2.4706		4.50579	.10171	2.2711	2.6701	.15	61.00

**Tabla 61. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de marisco congelado**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1609	2.5776		4.77331	.11900	2.3441	2.8110	.15	61.00
Sí	354	1.9836		2.95704	.15724	1.6744	2.2928	.18	32.42
Total	1963	2.4705		4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

**Tabla 62. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de pescado y marisco en conserva**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	906	2.7275		5.28161	.17551	2.3830	3.0719	.16	61.00
Sí	1057	2.2504		3.70244	.11389	2.0269	2.4738	.15	41.60
Total	1963	2.4705		4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

**Tabla 63. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de aceites y grasas**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	412	3.1098		5.45930	.26909	2.5809	3.6388	.16	44.61
Sí	1544	2.3016		4.20889	.10710	2.0915	2.5117	.15	61.00
Total	1956	2.4717		4.51147	.10201	2.2716	2.6717	.15	61.00

**Tabla 64. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de lácteos**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	64	3.6018	1.6508	6.73300	.84068	1.9219	5.2817	.30	36.26
Sí	1897	2.4339	1.2594	4.40983	.10125	2.2353	2.6325	.15	61.00
Total	1961	2.4721	1.2706	4.50709	.10178	2.2725	2.6717	.15	61.00

**Tabla 65. Concentración de níquel ( $\mu\text{g}/\text{g}$  de creatinina) respecto al consumo de bebidas alcohólicas**

	N	Media	Media Geométrica	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
No	1125	2.6709	1.3207	4.94609	.14749	2.3815	2.9602	.15	61.00
Sí	838	2.2016	1.2041	3.82213	.13204	1.9424	2.4608	.16	44.61
Total	1963	2.4705	1.2696	4.50563	.10171	2.2711	2.6700	.15	61.00

## Análisis multivariante: regresión lineal múltiple

El modelo final de regresión fue el que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 66. Modelo de regresión lineal para el logaritmo de la concentración de níquel**

Modelo	Coeficientes		Sig.
	B	Error típ.	
(Constante)	.033	.074	.657
Sexo (mujer/hombre)	.107	.023	.000
Edad (30-59/15-29)	.033	.024	.175
Edad (60-69/15-29)	.039	.038	.305
Zona de residencia (Barriadas Campo/Capitales andaluzas)	-.307	.071	.000
Zona de Residencia (Campamento/Capitales Andaluzas)	-.246	.109	.025
Zona de Residencia (Puente Mayorga/Capitales Andaluzas)	-.378	.117	.001
Zona de Residencia (Palmones/Capitales Andaluzas)	-.303	.142	.034
Zona de residencia (Resto Campo/Capitales andaluzas)	-.287	.037	.000
Tiempo de residencia (5-10/1-5)	.122	.064	.059
Tiempo de residencia (+10/1-5)	.034	.040	.401
Agua (grifo/mineral)	.097	.025	.000
Agua (grifo+mineral/mineral)	.024	.043	.579
Ejercicio físico (Sí/No)	.021	.024	.379
Desplazamientos a pie (Sí/No)	-.021	.044	.637
Jardinería (Sí/No)	-.008	.038	.826
Bricolaje (Sí/No)	-.082	.037	.029
Cirrosis hepática	.483	.207	.020
Cataratas	.300	.142	.035
Aceites y grasas	-.096	.027	.000

Modelo	Coeficientes		Sig.
	B	Error tít.	
Pescado y marisco en conserva	-.057	.022	.009
Pescado congelado	-.049	.022	.023
Industria del metal: Soldador	.289	.098	.002
Cemento	-.142	.060	.018

En las capitales andaluzas las concentraciones de níquel son significativamente superiores, una vez ajustado por otras covariables. Además tienen concentraciones estadísticamente superiores las mujeres, los que consumieron agua del grifo, así como los que los que padecen algunas enfermedades y los que han trabajado en la industria del metal como soldadores. Por otra parte, presentan concentraciones menores los que consumieron diferentes componentes de la dieta (aceites, etc.),

### Análisis multivariante: regresión logística

**Tabla 67. Modelo de regresión logística para la concentración de níquel**

	B	Sig.	Exp(B)	I.C. 95.0% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
vl_sexo	.812	.001	2.253	1.400	3.626
vl_edad2	.160	.514	1.174	.726	1.898
vl_edad3	-.079	.840	.924	.431	1.983
vl_zona1	-17.954	.997	.000	.000	.
vl_zona2	-.287	.406	.751	.381	1.477
vl_t_residencia3	.860	.116	2.363	.808	6.914
vl_t_residencia4	-.087	.826	.917	.421	1.995
vl_agua1	.957	.001	2.603	1.446	4.688
vl_agua3	.718	.116	2.049	.837	5.015
vl_e1	.188	.449	1.207	.742	1.965
vl_e2	-.535	.153	.586	.281	1.221
vl_e3	-.752	.171	.472	.161	1.383
vl_e4	-.563	.268	.569	.210	1.543
P13.9	1.823	.031	6.188	1.178	32.511
P13.15	1.944	.061	6.988	.918	53.211
v_comida_rec_6	-.868	.023	.420	.199	.886
v_comida_rec_12	-.883	.000	.413	.263	.649
v_comida_rec_16	-.405	.092	.667	.416	1.069
x6_25	1.715	.010	5.559	1.517	20.363
Constante	-3.556	.000	.029		

siendo,

---

vl\_sexo = sexo (mujer/hombre)  
vl\_edad2 = edad (30-59/15-29)  
vl\_edad3 = (60-69/15-29)  
vl\_zona1 = (Barriadas/Capitales)  
vl\_zona2 = (Resto Campo/Capitales)  
vl\_t\_residencia3 = tiempo de residencia (5-10/1-5)  
vl\_t\_residencia4 = tiempo de residencia (+10/1-5)  
vl\_agua1 = Agua consumida (grifo/mineral)  
vl\_agua3 = Agua consumida (grifo+mineral/mineral)  
vl\_e1 = Ejercicio físico (Sí/No)  
vl\_e2 = Desplazamientos a pie (Sí/No)  
vl\_e3 = Jardinería (Sí/No)  
vl\_e4 = Bricolaje (Sí/No)  
P13.9 = Cataratas (Sí/No)  
P13.15 = Cirrosis hepática  
v\_comida\_rec\_6 = Consumo de marisco congelado (Sí/No)  
v\_comida\_rec\_12 = Aceites y grasas (Sí/No)  
v\_comida\_rec\_16 = Bebidas alcohólicas (Sí/No)  
x6\_25 = Industria del metal: soldador (Sí/No)

---

La probabilidad de tener una concentración de níquel igual o superior al percentil 95 es significativamente superior entre las mujeres, los que consumieron agua del grifo, los que padecen de cataratas, o trabajaron de soldadores. Son significativamente inferiores entre los que consumieron aceites y marisco congelado.

## **ANEXO IV: DIARIO DE DIETA**



DÍA  MES:



GRUPO DE ALIMENTOS	ALIMENTOS Y BEBIDAS CONSUMIDOS			LUGAR DE COMPRA (Poner código)
	DESAYUNO	COMIDA	CENA	
Hortalizas y verduras frescas				
Frutas frescas, zumos naturales				
Pescado fresco				
Pescado congelado				
Marisco fresco (gambas, chirlas, mejillones.....)				
Marisco congelado				
Pescado y marisco en conserva (calamares, atún, mejillones.....)				
Carnes				
Derivados cárnicos (hígado, riñón, tocino, jamón, chorizo.....)				
Legumbres y frutos secos				
Legumbres, verduras y frutas en conserva				
Aceites y grasas (aceite de oliva o girasol, mantequilla, margarina.....)				
Pan y dulces (galletas, bollería.....)				
Lácteos (leche, queso, yogurt.....)				
Pastas, arroz y otros cereales				
Bebidas alcohólicas (cerveza, vino.....)				
Bebidas no alcohólicas (refrescos, café, té, zumos.....)				
Huevos				

Durante esta semana haga su vida normal, no vaya a creer que tiene que comer o dejar de comer cualquier alimento. La única diferencia es que precisamos que apunte en el diario de dieta exactamente lo que va comiendo.

Lo más conveniente para evitar olvidos es que vaya apuntando los alimentos y bebidas consumidos justo después de cada comida . Cuando esto no sea posible lo haría al final del día.

Como puede observarse en la hoja diaria de dieta para algunos alimentos necesitamos que escriba el sitio de procedencia de los mismos. Este dato lo puede registrar escribiendo en la columna que pone lugar de compra los siguientes números:

**Centro comercial**

(El Corte Inglés, Hiperco, Carrefour, Alcampo...)

**Supermercado**

(Mercadona, Coviran, Spar...)

**Tienda**

**Mercado municipal**

(mercado de carácter diario o semanal, con autorización municipal)

**Mercado/ vendedores ambulantes**

**Elaboración o cultivos propios**

(para las hortalizas, verduras, frutas, carnes y derivados cárnicos)

**Consumo en un bar o restaurante**

**Compra en subastas**

(para el pescado y marisco frescos)

**Otros**

(compra o intercambio entre particulares, consumo en otro domicilio...)

Algunos de estos datos los puede encontrar leyendo la etiqueta de los productos, o en caso de alimentos frescos preguntándole al vendedor. En caso de consumir los alimentos en bares o restaurantes, se pondría el número 7 en la columna que pone procedencia. Si concretamente come mariscos o pescado en bares o restaurantes, a ser posible pregunte y apunte la procedencia del mismo.