

## **CALIFICACIÓN DE LAS SOLDADURA POR RAYOS X.-**

Una vez vistos los distintos defectos que se pueden presentar en una unión soldada, vamos a intentar el calificarlos por medio de la norma UNE-14011, que tiene por objeto determinar las calidades de las soldaduras, según los defectos observados por RX.

La calidad de la soldadura se fijara de acuerdo con los cinco grupos siguientes:

<b><u>COLOR</u></b>	<b><u>CALIDAD</u></b>	<b><u>CLASE DE UNIÓN</u></b>
Negro	1	Soldadura perfecta
Azul	2	Soldadura buena
Verde	3	Soldadura regular
Marrón	4	Soldadura mala
Roja	5	Soldadura muy mala

### **Soldadura perfecta.-**

Es la soldadura homogénea o soldadura con algunas inclusiones gaseosas muy pequeñas.

### **Soldadura buena.-**

Es la soldadura con débiles desviaciones de la homogeneidad bajo la forma de uno o varios de los defectos siguientes:

inclusiones gaseosas, inclusiones de escoria, mordedura de bordes.

### **Soldadura regular.-**

Es la soldadura con pequeñas desviaciones de la homogeneidad, bajo la forma de uno o varios de los defectos siguientes:

inclusiones gaseosas, inclusiones de escoria, mordedura de bordes, falta de penetración.

### **Soldadura mala.-**

Es la soldadura con marcadas desviaciones de la homogeneidad, bajo, la forma de uno o varios de los defectos siguientes:

inclusiones gaseosas, inclusiones de escoria, mordedura de bordes, falta de penetración, falta de fusión.

### **Soldadura muy mala.-**

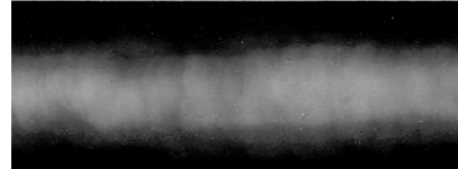
Es la soldadura con gran desviación de la homogeneidad bajo la forma de uno o varios de los defectos siguientes:

inclusiones gaseosas, inclusiones de escoria, mordedura de bordes, falta de penetración, falta de fusión, grietas.

## **INTERPRETACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LAS SIGUIENTES SOLDADURAS.-**

A continuación se van a exponer, una serie de diapositivas de soldaduras, el orden de exposición es de acuerdo con la norma UNE-14011, desde calidad 1 soldadura perfecta, hasta calidad 5 soldadura muy mala.

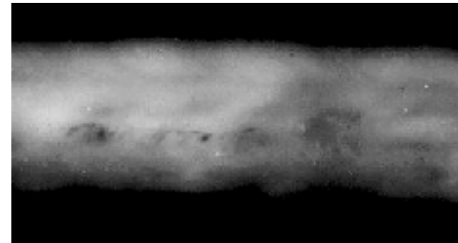
**Diapositiva N°1.- Defecto: Inclusiones gaseosas.**  
Según Une-14011. Calidad 1, Soldadura perfecta.



**Diapositiva N°2.- Defecto: Escorias aisladas.** Residuo de escoria aprisionado en el metal fundido durante la solidificación del baño y se encuentran de forma aislada.

**Origen:** revestimiento del electrodo, producto de reacciones que tienen lugar en el baño.

**Causas:** deficiente preparación del chaflán, manejo incorrecto del electrodo, baja intensidad, diámetro excesivo, falta de limpieza.  
Según UNE-14011 Calidad 2 Soldadura buena.



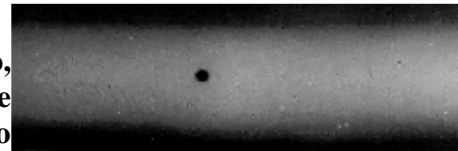
**Diapositiva N°3.- Defecto: Poro esferoidal.**

Es una sopladura de forma sensiblemente esferoidal.

**Origen:** mala técnica operatoria del soldeo, polaridad inversa, excesiva longitud del arco presencia de aire, el gas que frecuentemente se encuentra encerrado dentro de los poros es el CO<sub>2</sub>.

**Incidencia:** si se producen en el interior del cordón se producen discontinuidades internas.

Según UNE-14011 calidad 2 Soldadura buena.



**Diapositiva N°4.- Defecto: Mordeduras.**

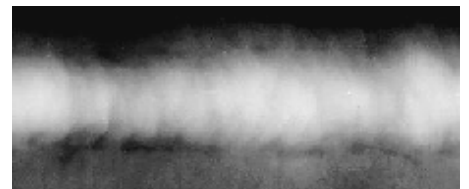
Falta local de metal situado en los bordes del cordón de soldadura.

**Origen:** intensidad elevada, velocidad incorrecta, diámetro del electrodo excesivo, manejo inadecuado de la pinza incorrecta con inclinación inadecuada.

**Incidencia:** esfuerzos cortantes supone una entalla física y puede ser origen de roturas.

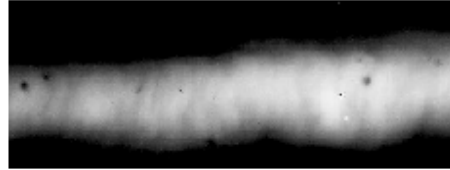
**Remedio:** controlar los parámetros de soldeo y el origen de las posibles discontinuidades internas.

Según UNE-14011 calidad 2 Soldadura buena



**Diapositiva N° 5.- Defecto: Poros localizados. De forma esferoidal.**

**Origen:** mala técnica operatoria del soldeo, polaridad inversa, excesiva longitud del arco presencia de aire, el gas que frecuentemente se encuentra encerrado dentro de los poros es el CO<sub>2</sub>.

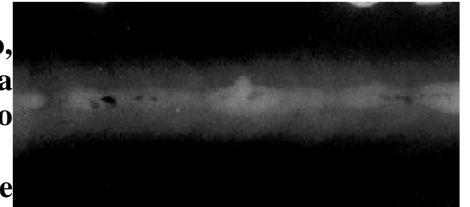


**Incidencia:** si se producen en el interior del cordón se producen discontinuidades internas.

Según UNE-14011, calidad 2. Soldadura buena.

**Diapositiva N° 6.- Defecto: Falta de penetración. No se llega a fundir íntegramente todo el metal base de la raíz, por lo que falta metal de aportación en dicha raíz, también puede producirse entre pasadas.**

**Origen:** intensidad baja, arco excesivamente bajo, velocidad excesiva en la primera pasada, talón excesivo, pequeña separación, ángulo de chaflán muy agudo, diámetro del electrodo muy grueso.

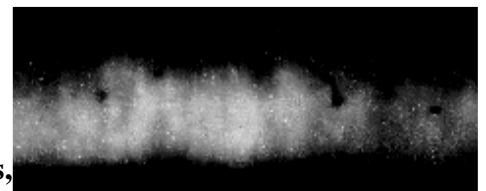


**Incidencia:** es una discontinuidad que casi siempre se considera defecto y es origen de fuertes tensiones en materiales autotemplables, con independencia de que resulta el lugar mas idóneo para que se inicien procesos de corrosión localizada.

Según UNE-14011, calidad 3. Soldadura regular.

**Diapositiva N° 7.- Defecto: Porosidad Normal. Poros localizados y formados por un grupo de poros.**

**Origen:** en las reacciones químicas que dan lugar a la formación de gases. Debido a intensidad excesiva en el electrodo, que provoca un rápido enfriamiento y los gases no salen al exterior.

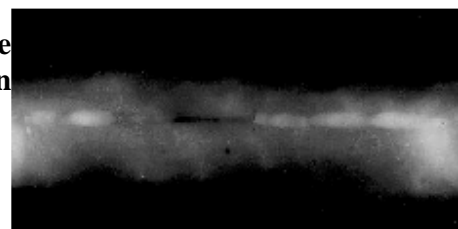


**Causas:** aparecen distribuidas mas o menos uniformes, interrupción y reanudación del arco. Según UNE-14011, calidad 3. Soldadura regular.

**Diapositiva N° 8.- Defecto: Falta de penetración. No se llega a fundir íntegramente todo el metal base de la raíz, por lo que falta metal de aportación en dicha raíz, también puede producirse entre pasadas.**

**Origen:** intensidad baja, arco excesivamente bajo, velocidad excesiva en la primera pasada, talón excesivo, pequeña separación, ángulo de chaflán muy agudo, diámetro del electrodo muy grueso.

**Incidencia:** es una discontinuidad que casi siempre se considera defecto y es origen de fuertes tensiones en materiales autotemplables, con independencia de



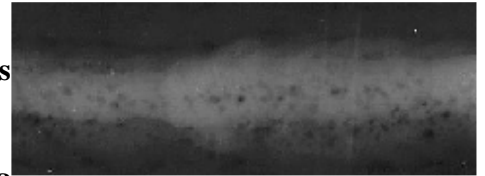
que resulta el lugar mas idóneo para que se inicien procesos de corrosión localizada.  
Según UNE-14011, calidad 3. Soldadura regular.

**Diapositiva N° 9.- Defecto: Porosidad alineada. Poros distribuidos paralelamente al eje de la soldadura.**

**Origen:** en las reacciones químicas que dan lugar a la formación de gases. Debido a intensidad excesiva en el electrodo, que provoca un rápido enfriamiento y los gases no salen al exterior.

**Causas:** se produce en el cordón de raíz y generalmente va acompañado de falta de penetración o de fusión.

Según UNE-14011, calidad 4. Soldadura mala.

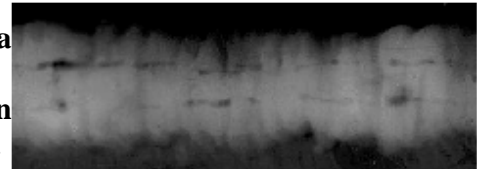


**Diapositiva N°10.- Defecto: Escorias alineadas. Residuo de escoria aprisionado en el metal fundido.**

Se encuentran en soldaduras con pasadas múltiples, y que la escoria esta oculta entre los cordones.

**Causas:** falta de limpieza de los cordones, chaflán demasiado cerrado, intensidad muy débil, mala preparación.

Según UNE-14011, calidad 4. Soldadura mala.

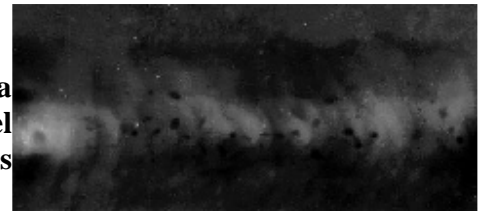


**Diapositiva N°11.- Defecto: Porosidad alineada. Poros localizados y formados por grupos de poros.**

**Origen:** en las reacciones químicas que dan lugar a la formación de gases. Debido a intensidad excesiva en el electrodo, que provoca un rápido enfriamiento y los gases no salen al exterior.

**Incidencia:** aparecen distribuidas mas o menos uniformes, interrupción y reanudación del arco.

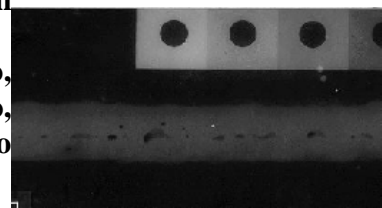
Según UNE-14011, calidad 4. Soldadura mala.



**Diapositiva N°12.- Defecto: Falta de penetración. No se llega a fundir íntegramente todo el metal base de la raíz, por lo que falta metal de aportación en dicha raíz, también puede producirse entre pasadas.**

**Origen:** intensidad baja, arco excesivamente bajo, velocidad excesiva en la primera pasada, talón excesivo, pequeña separación, ángulo de chaflán muy agudo, diámetro del electrodo muy grueso.

**Incidencia:** es una discontinuidad que casi siempre se considera defecto y es origen de fuertes tensiones en materiales autotemplables, con



independencia de que resulta el lugar mas idóneo para que se inicien procesos de corrosión localizada.

Según UNE-14011, calidad 4. Soldadura mala.

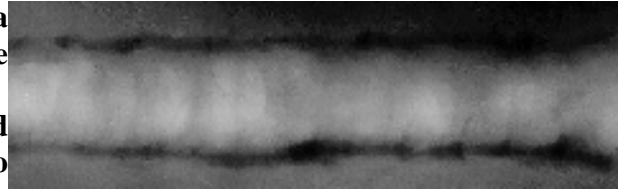
**Diapositiva N°13.- Defecto: Mordeduras. Falta local de metal situado en los bordes del cordón de soldadura.**

**Origen:** intensidad elevada, velocidad incorrecta, diámetro del electrodo excesivo, manejo inadecuado de la pinza incorrecta con inclinación inadecuada.

**Incidencia:** esfuerzos cortantes supone una entalla física y puede ser origen de roturas.

**Remedio:** controlar los parámetros de soldeo y el origen de las posibles discontinuidades internas.

Según UNE-14011 calidad 4. Soldadura mala.

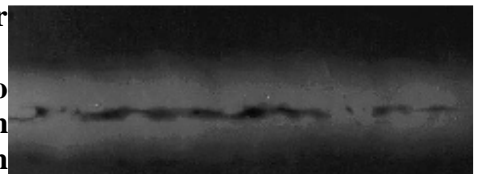


**Diapositiva N°14.- Defecto: Grieta longitudinal. Grieta o fisura cuya dirección es aproximadamente, la del eje de la soldadura.**

**Origen:** enfriamiento muy rápido del metal depositado por insuficiente precalentamiento.

**Causas:** rigidez excesiva, aceros aleados o con excesivo carbono y/o manganeso, aceros con elevado contenido en fósforo y azufre, electrodos inadecuados, soldaduras con discontinuidades, mala secuencia de soldeo, enfriamientos rápidos, humedad del revestimiento, velocidad de soldeo lenta.

Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.



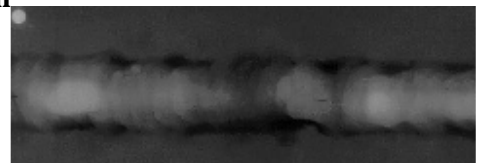
**Diapositiva N°15.- Defecto: Mordeduras. Falta local de metal situado en los bordes del cordón de soldadura.**

**Origen:** intensidad elevada, velocidad incorrecta, diámetro del electrodo excesivo, manejo inadecuado de la pinza incorrecta con inclinación inadecuada.

**Incidencia:** esfuerzos cortantes supone una entalla física y puede ser origen de roturas.

**Remedio:** controlar los parámetros de soldeo y el origen de las posibles discontinuidades internas.

Según UNE-14011 calidad 5. Soldadura muy mala.



**Diapositiva N° 16.- Defecto: Falta de penetración.**

No se llega a fundir íntegramente todo el metal base de la raíz, por lo que falta metal de aportación en dicha raíz, también puede producirse entre pasadas.

Origen: intensidad baja, arco excesivamente bajo, velocidad excesiva en la primera pasada, talón excesivo, pequeña separación, ángulo de chaflán muy agudo, diámetro del electrodo muy grueso.

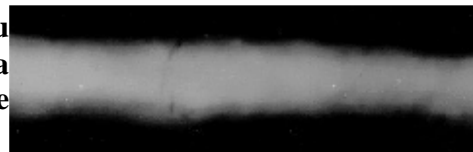
Incidencia: es una discontinuidad que casi siempre se considera defecto y es origen de fuertes tensiones en materiales autotemplables, con independencia de que resulta el lugar más idóneo para que se inicien procesos de corrosión localizada.

Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.



**Diapositiva N° 17.- Defecto: Grieta transversal.** Su dirección es sensiblemente perpendicular al eje de la soldadura, puede penetrar en el metal base, difícil de reparar, no se permiten reparaciones sucesivas.

Causas: se origina por tensiones elevadas y/o estructuras de temple, pueden producirse por exceso de manganeso en el cordón.  
Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.



**Diapositiva N° 18.- Defecto: Falta de penetración.** No se llega a fundir íntegramente todo el metal base de la raíz, por lo que falta metal de aportación en dicha raíz, también puede producirse entre pasadas.

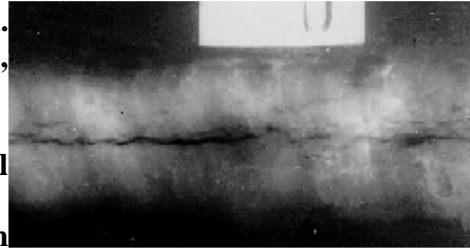
Origen: intensidad baja, arco excesivamente bajo, velocidad excesiva en la primera pasada, talón excesivo, pequeña separación, ángulo de chaflán muy agudo, diámetro del electrodo muy grueso.

Incidencia: es una discontinuidad que casi siempre se considera defecto y es origen de fuertes tensiones en materiales autotemplables, con independencia de que resulta el lugar más idóneo para que se inicien procesos de corrosión localizada.

Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.



**Diapositiva N° 19.- Defecto: Grieta longitudinal.**  
Grieta o fisura cuya dirección es aproximadamente, la del eje de la soldadura.



**Origen:** enfriamiento muy rápido del metal depositado por insuficiente precalentamiento.

**Causas:** rigidez excesiva, aceros aleados o con excesivo carbono y/o manganeso, aceros con elevado contenido en fósforo y azufre, electrodos inadecuados, soldaduras con discontinuidades, mala secuencia de soldeo, enfriamientos rápidos, humedad del revestimiento, velocidad de soldeo lenta.  
Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.

**Diapositiva N°20.- Defecto: Falta de penetración.** No se llega a fundir íntegramente todo el metal base de la raíz, por lo que falta metal de aportación en dicha raíz, también puede

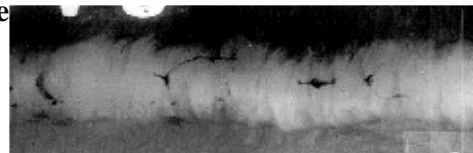


producirse entre pasadas.

**Origen:** intensidad baja, arco excesivamente bajo, velocidad excesiva en la primera pasada, talón excesivo, pequeña separación, ángulo de chaflán muy agudo, diámetro del electrodo muy grueso.

**Incidencia:** es una discontinuidad que casi siempre se considera defecto y es origen de fuertes tensiones en materiales autotemplables, con independencia de que resulta el lugar mas idóneo para que se inicien procesos de corrosión localizada.

Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.



**Diapositiva N°21.- Defecto: Grieta longitudinal.**  
Grieta o fisura cuya dirección es aproximadamente, la del eje de la soldadura.

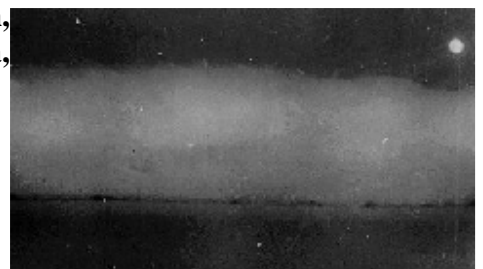
**Origen:** enfriamiento muy rápido del metal depositado por insuficiente precalentamiento.

**Causas:** rigidez excesiva, aceros aleados o con excesivo carbono y/o manganeso, aceros con elevado contenido en fósforo y azufre, electrodos inadecuados, soldaduras con discontinuidades, mala secuencia de soldeo, enfriamientos rápidos, humedad del revestimiento, velocidad de soldeo lenta.

Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.

**Diapositiva N°22.- Defecto: Falta de fusión.** Falta de ligazon entre el metal depositado y el metal base.

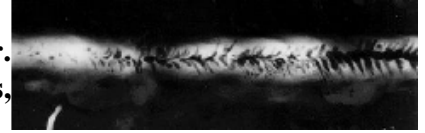
**Origen:** el metal no alcanza la temperatura de fusión, inclinación inadecuada del arco, velocidad de soldeo alta,



intensidad muy baja, preparación inadecuada, escorias sin eliminar, diámetro del electrodo muy pequeño.

**Incidencia:** discontinuidad que siempre origina un defecto grave.  
**Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.**

**Diapositiva N° 23.- Defecto:** Porosidad vermicular. Cavidades alargadas o tubulares, producidas por escape de gas, a veces están dispuestas en forma de espina de pescado.



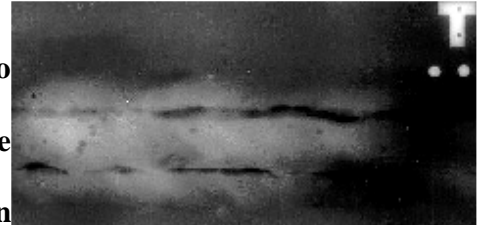
**Origen:** inclusión de gran cantidad de gas, electrodos básicos con revestimiento húmedo.

**Causas:** electrodos inadecuados, flux húmedo, metal base alto en carbono y azufre, velocidad alta, impurezas superficiales, bajo caudal de CO<sub>2</sub>, oxidación de alambres, mala preparación de bordes.

**Según UNE-14011, Calidad 5. Soldadura muy mala.**

**Diapositiva N° 24.- Defecto:** Escorias alineadas. Residuo de escoria aprisionado en el metal fundido.

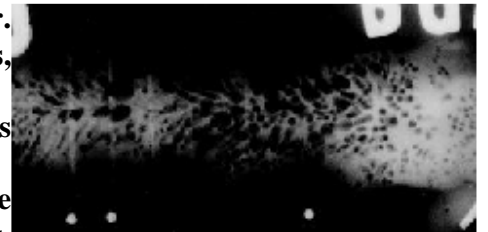
Se encuentran en soldaduras con pasadas múltiples, y que la escoria esta oculta entre los cordones.



**Causas:** falta de limpieza de los cordones, chaflán demasiado cerrado, intensidad muy débil, mala preparación.

**Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.**

**Diapositiva N° 25.- Defecto:** Porosidad vermicular. Cavidades alargadas o tubulares, producidas por escape de gas, a veces están dispuestas en forma de espina de pescado.



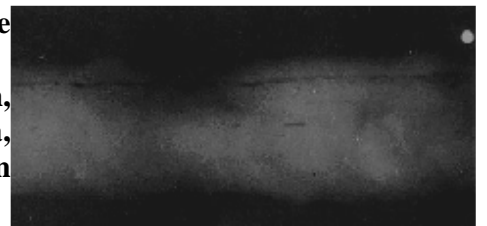
**Origen:** inclusión de gran cantidad de gas, electrodos básicos con revestimiento húmedo.

**Causas:** electrodos inadecuados, flux húmedo, metal base alto en carbono y azufre, velocidad alta, impurezas superficiales, bajo caudal de CO<sub>2</sub>, oxidación de alambres, mala preparación de bordes.

**Según UNE-14011, Calidad 5. Soldadura muy mala.**

**Diapositiva N° 26.- Defecto:** Falta de fusión. Falta de ligazón entre el metal depositado y el metal base.

**Origen:** el metal no alcanza la temperatura de fusión, inclinación inadecuada del arco, velocidad de soldeo alta, intensidad muy baja, preparación inadecuada, escorias sin eliminar, diámetro del electrodo muy pequeño.



**Incidencia:** discontinuidad que siempre origina un defecto grave. **Según UNE-14011, calidad 5. Soldadura muy mala.**



## **AGRIETAMIENTO DE LAS SOLDADURAS**

**De los fenómenos que limitan la soldabilidad, el más importante es la tendencia al agrietamiento del MB próxima al MA. Consideraremos dos grupos de agrietamiento:**

**Grietas localizadas en el metal fundido: Las micro grietas se transforman en grietas bajo efecto de tensiones, dilataciones y contracciones, se forman a alta T<sup>a</sup> durante periodo de solidificación. Pueden atribuirse a:**

- Elección defectuosa del MA o del electrodo.
- Malas condiciones ejecución soldadura.
- Presencia de nitrógeno (fragiliza soldadura).
- Presencia de defectos (poros, inclusiones), favorecen propagación micro grietas.

**Grietas localizadas en el metal de base: Se encuentran unidas a una grieta transversal del cordón de soldadura, son como resultado de una calidad mediocre del MB o existencia de tensiones demasiado elevadas (espesores grandes). Pueden atribuirse a:**

- Corrosión generalizada (con o sin tensiones)
- Corrosión ínter cristalina (inoxidables)
- Presencia de tensiones de laminación o forja
- Composición química del MB
- Presencia de H

## **REMEDIOS CONTRA EL AGRIETAMIENTO**

- Empleo de electrodos con pequeño contenido en H, ciertos electrodos básicos
- Empleo de electrodos con alma austenítica (18Cr 8Ni)
- Pre calentamiento de las piezas.